



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DE LONDRINA

---

LISANDRA DE CAMARGO CAMPOS

**HIDRATAÇÃO ENTERAL EM VACAS: COMPARAÇÃO  
ENTRE ADMINISTRAÇÃO EM FLUXO CONTÍNUO E EM  
BÓLUS**

---

Londrina  
2023

LISANDRA DE CAMARGO CAMPOS

**HIDRATAÇÃO ENTERAL EM VACAS: COMPARAÇÃO  
ENTRE ADMINISTRAÇÃO EM FLUXO CONTÍNUO E EM  
BÓLUS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciência Animal da Universidade Estadual de Londrina - UEL, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Júlio Augusto Naylor Lisbôa.

Londrina  
2023

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UEL

Campos, Lisandra.

Hidratação enteral em vacas: comparação entre administração em fluxo contínuo e em bólus. / Lisandra Campos. - Londrina, 2023.  
56 f.

Orientador: Júlio Augusto Naylor Lisbôa.

Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, 2023.

Inclui bibliografia.

1. Desidratação. - Tese. 2. Equilíbrio ácido base. - Tese. 3. Equilíbrio hidroeletrolítico. - Tese. 4. Fluidoterapia. - Tese. I. Naylor Lisbôa, Júlio Augusto. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal. III. Título.

CDU 619

LISANDRA DE CAMARGO CAMPOS

**HIDRATAÇÃO ENTERAL EM VACAS: COMPARAÇÃO  
ENTRE ADMINISTRAÇÃO EM FLUXO CONTÍNUO E EM  
BÓLUS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciência Animal da Universidade Estadual de Londrina - UEL, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Orientador: Prof. Dr. Júlio Augusto  
Naylor Lisbôa  
Universidade Estadual de Londrina - UEL

---

Prof. Dra. Karina Keller Marques da Costa  
Flaiban  
Universidade Estadual de Londrina - UEL

---

Prof. Dr. José Dantas Ribeiro Filho  
Universidade Federal de Viçosa - UFV

Londrina, 31 de janeiro de 2023.

O presente trabalho foi realizado no ambulatório de Grandes Animais e no Laboratório de Patologia Clínica do Hospital Veterinário do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Estadual de Londrina, como requisito para obtenção do título de Mestre em Ciência Animal pelo Programa de Pós-graduação em Ciência Animal, sob orientação do Prof. Dr. Júlio Augusto Naylor Lisbôa.

Os recursos financeiros para o desenvolvimento do projeto foram obtidos junto a agências e órgãos abaixo relacionados:

1. Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)
2. PROEX/CAPES número (0549/19)

Dedico este trabalho a Deus e à mamãe, por  
me mostrarem o que é amor incondicional.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Prof. Dr. Júlio Augusto Naylor Lisboa, por todos os ensinamentos, pela paciência, e por ter acreditado em mim. Eu não poderia ter escolhido orientador melhor.

À Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Karina Keller Marques da Costa Flaiban e à toda a equipe de funcionários e residentes do laboratório de Patologia Clínica, pelo auxílio na realização das análises laboratoriais.

À Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Priscila Fajardo Valente Pereira, pela ajuda na realização do projeto, por todo o carinho e amizade, e pela participação como membro da banca de qualificação.

À Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Thais Helena Constantino Patelli, tão querida e admirada, por já ter me acompanhado como orientadora na graduação, e agora como membro da banca de qualificação.

À Mayara Cardoso dos Anjos, pós-graduanda, que além de muito minha amiga, colaborou diretamente no projeto como meu braço direito.

Aos alunos de iniciação científica Maria Antonia Torres de Bari, Mateus Gregório dos Santos e Vinicius Maciel Cunha, pela dedicação ao projeto, além do companheirismo e amizade.

Aos residentes de Grandes Animais do HV – UEL Julio Adriano Kioquetta, Victoria Coronado Antunes Depes, Marcela dos Santos Ribeiro, Allana Sophie Fernandes Bechara, Isabela Frederico, Nátali Araujo Correia Alves de Alvarenga e Higor Souza de Camargo, por toda a ajuda e auxílio quando precisei.

Aos funcionários da Divisão de Grandes Animais do HV – UEL.

À CAPES pela concessão da bolsa.

À Universidade Estadual de Londrina e às pessoas envolvidas com o Programa de Pós-graduação em Ciência Animal, pela oportunidade e dedicação à ciência, muito obrigada.

CAMPOS, Lisandra de Camargo. **Hidratação enteral em vacas: comparação entre administração em fluxo contínuo e em bólus**. 2023. 56 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2023.

## RESUMO

Bovinos doentes frequentemente apresentam desidratação e alterações no equilíbrio eletrolítico e ácido base, sendo necessária a administração de soluções eletrolíticas para restaurar a volemia e corrigir os desequilíbrios presentes. A hidratação enteral em bovinos é realizada mais comumente em bólus (B) por via ororruminal e a administração em fluxo contínuo (FC) por via nasoesofageana é uma alternativa viável. Não há estudos que comparem a eficácia dos dois métodos. Este estudo teve como objetivo comparar a eficiência da hidratação enteral em FC e em B para a correção de desequilíbrios hídrico, eletrolítico e ácido base em vacas. O protocolo de indução a desidratação, que consistiu em jejum hídrico e alimentar de 24 horas associado a duas administrações de furosemida por via intramuscular na dose de 3 mg/kg, foi aplicado duas vezes em 8 vacas saudáveis com intervalo de uma semana. Em delineamento *cross-over*, duas modalidades de infusão com a mesma solução eletrolítica enteral foram avaliadas. Volume igual a 12% do peso corporal (PC) foi administrado em FC por via nasoesofageana na taxa de 10 mL/kg/h, durante 12h (0h a 12h), enquanto o volume de 6% do PC foi infundido em B por via ororruminal duas vezes (0h e 6h). Variáveis clínicas, amostras de sangue venoso, de fezes, e a densidade urinária (DU) foram analisadas em -24h, 0h, 6h, 12h e 24h. As variáveis sanguíneas determinadas foram volume globular (VG), proteína plasmática total (PPT), pH, pressão parcial de gás carbônico (pCO<sub>2</sub>), excesso de bases (BE), concentração de bicarbonato (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>), sódio (Na<sup>+</sup>), potássio (K<sup>+</sup>), cloreto (Cl<sup>-</sup>), glicose e lactato-L. Valores de hiato aniônico (AG), diferenças de íons fortes (SID<sub>3</sub>), concentração total de ácidos fracos não voláteis (A<sub>tot</sub>) e variação percentual do volume plasmático (VVP) foram calculados. ANOVA de medidas repetidas foi empregada. O protocolo de indução de desidratação foi eficaz e provocou desidratação moderada, além de alcalose metabólica hipoclorêmica nas duas vezes em que foi aplicado, e os dois métodos de hidratação enteral promoveram resultados parecidos, e foram capazes de corrigir esses desequilíbrios ao término do período de tratamento (12h). A colocação e fixação da sonda nasoesofageana de pequeno calibre para realização do FC foram fáceis. As vacas que receberam a hidratação enteral em FC não apresentaram intolerância aparente, mas para utilização desse método se faz necessário um sistema de infusão apropriado, permanência do animal na baia, e monitoramento do fluxo administrado. O método de hidratação em B é, por outro lado, muito mais prático e fácil de ser realizado na rotina clínica. Pode-se concluir que a hidratação enteral em B é tão eficaz quanto a hidratação em FC para reverter a desidratação e os desequilíbrios eletrolíticos e ácido base em bovinos adultos e, devido à sua maior rapidez e praticidade, pode ser considerada mais vantajosa.

**Palavras-chave:** Desidratação. Equilíbrio ácido base. Equilíbrio hidroeletrolítico. Fluidoterapia.

CAMPOS, Lisandra de Camargo. **Enteral hydration in cows: comparison between continuous flow and bolus administration.** 2023. 56 pp. Dissertation (Master's degree in Animal Health Science) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2023.

## ABSTRACT

Sick cattle often present dehydration and changes in electrolyte and acid-base balance, requiring the administration of electrolyte solutions to restore blood volume and correct existing imbalances. Enteral hydration in cattle is most commonly performed in bolus (B) by ororuminal route and administration in continuous flow (CF) by nasoesophageal route is a viable alternative. There are no studies comparing the effectiveness of the two methods. This study aimed to compare the efficiency of enteral hydration in CF and in B for the correction of water, electrolyte and acid-base imbalances in cows. The dehydration induction protocol, which consisted of a 24h water and food fast associated with two administrations of furosemide intramuscularly at a dose of 3 mg/kg, was applied twice in 8 healthy cows with an interval of one week. In a cross-over design, two infusion modalities with the same enteral electrolyte solution were evaluated. A volume equal to 12% of body weight (BW) was administered in CF via nasoesophageal route at a rate of 10 mL/kg/h, for 12 hours (0h to 12 h), while a volume of 6% of BW was infused in B via ororuminal twice (0h and 6h). Clinical variables, venous blood samples, feces samples, and urine specific gravity were analyzed at -24h, 0h, 6h, 12h and 24h. Blood variables determined were packed cell volume (PCV), total plasmatic protein (TPP), pH, partial pressure of carbon dioxide (pCO<sub>2</sub>), base excess (BE), bicarbonate concentration (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>), sodium (Na<sup>+</sup>), potassium (K<sup>+</sup>), chloride (Cl<sup>-</sup>), glucose and L-lactate. Values of anion gap (AG), strong ion differences (SID<sub>3</sub>), total non-volatile weak acid concentration (A<sub>tot</sub>) and percent change in plasma volume (PV) were calculated. Repeated measures ANOVA was used. The dehydration induction protocol was effective and caused moderate dehydration, in addition to hypochloremic metabolic alkalosis in both times it was applied, and the two methods of enteral hydration promoted similar results, and were able to correct these imbalances at the end of the treatment period (12h). The put and fixation of the small-bore nasoesophageal tube to perform the CF were easy. Cows that received enteral hydration in FC did not show apparent intolerance, but to use this method is required an appropriate infusion system, the animal remains in the stall, and monitoring of the administered flow. On the other hand, the hydration method in B is much more practical and easier to be executed in the clinical routine. It can be concluded that enteral hydration in B is as effective as hydration in FC to reverse dehydration and electrolyte and acid-base imbalances in adult cattle and, due to its greater speed and practicality, it can be considered more advantageous.

**Key-words:** Dehydration. Acid-base balance. Water and electrolyte balance. Fluid therapy.

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** – Variações (média e DP) do peso corporal (PC), circunferência abdominal, enoftalmia, turgor de pele, teor de umidade das fezes e densidade urinária de vacas com desidratação induzida (-24h a 0h) e tratadas com hidratação enteral (120 mL/kg PC) administrado em fluxo contínuo (---●---) entre 0h e 12h, ou em duas administrações em bólus (—○—), às 0h e 6h. T = efeito do tempo; M = efeito do método de hidratação; T × M = interação entre tempo e método. <sup>a,b,c</sup> letras diferentes significam diferença entre os momentos (P < 0,05). \* significa diferença entre os métodos de hidratação (P < 0,05).....39
- Figura 2** – Variações (média e DP) do volume globular (VG), variação percentual no volume plasmático (VVP), hiato aniônico (AG), concentração total de ácidos fracos não voláteis (A<sub>tot</sub>) e concentrações plasmáticas de glicose e lactato-L de vacas com desidratação induzida (-24h a 0h) e tratada com hidratação enteral (120 mL/kg PC) administrada em fluxo contínuo (---●---) entre 0h e 12h, ou em duas administrações em bolus (—○—), às 0h e 6h. T = efeito do tempo; M = efeito do método de hidratação; T × M = interação entre tempo e método. <sup>a,b,c</sup> letras diferentes significam diferença entre os momentos (P < 0,05). \* significa diferença entre os métodos de hidratação (P < 0,05) .....40
- Figura 3** – Variações (média e DP) de pH, pCO<sub>2</sub>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, BE, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup> e diferença de íons fortes (SID<sub>3</sub>) em amostras de sangue venoso de vacas com desidratação induzida (-24h a 0h) e tratadas com hidratação enteral (120 mL/kg PC) administrado em fluxo contínuo (---●---) entre 0h e 12h, ou em duas administrações em bolus (—○—), às 0h e 6h. T = efeito do tempo; M = efeito do método de hidratação; T × M = interação entre tempo e método. <sup>a,b,c,d</sup> letras diferentes significam diferença entre os momentos (P < 0,05). \* significa diferença entre os métodos de hidratação (P < 0,05).....41

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** – Valores (média  $\pm$  DP) de frequência cardíaca, frequência respiratória, temperatura, movimentos ruminais, turgor de pele, enoftalmia e circunferência abdominal de vacas com desidratação induzida (-24h a 0h) e tratadas com hidratação enteral (120 mL/kg PC) administrada em fluxo contínuo entre 0h e 12h, ou em dois bólus, às 0h e 6h.....51
- Tabela 2** – Valores (média  $\pm$  DP) do volume globular (VG), proteína plasmática total (PPT), variação percentual do volume plasmático (VVP), umidade das fezes, densidade urinária e peso corporal de vacas com desidratação induzida (-24h a 0h) e tratadas com hidratação enteral (120 mL/kg PC) administrada em fluxo contínuo entre 0h e 12h, ou em dois bólus, às 0h e 6h .....52
- Tabela 3** – Valores (média  $\pm$  DP) de pH, pressão parcial de gás carbônico ( $pCO_2$ ), concentração de bicarbonato ( $HCO_3^-$ ), excesso de bases (BE), sódio ( $Na^+$ ), potássio ( $K^+$ ), cloreto ( $Cl^-$ ) e diferença de íons fortes ( $SID_3$ ) no sangue venoso de vacas com desidratação induzida (-24h a 0h) e tratadas com hidratação enteral (120 mL/kg PC) administrada em fluxo contínuo entre 0h e 12h, ou em dois bólus, às 0h e 6h .....53
- Tabela 4** – Valores (média  $\pm$  DP) de glicose, lactato L, hiato aniônico (AG) e concentração total de ácidos fracos não voláteis ( $A_{tot}$ ) no sangue venoso de vacas com desidratação induzida (-24h a 0h) e tratadas com hidratação enteral (120 mL/kg PC) administrada em fluxo contínuo entre 0h e 12h, ou em dois bólus, às 0h e 6h.....54

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1</b> – Valores hemogasométricos de referência e eletrólitos em bovinos adultos.....	19
<b>Quadro 2</b> – Classificação dos distúrbios do equilíbrio ácido base pelas abordagens tradicional e quantitativa.....	21

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ADH	Hormônio antidiurético
AG	<i>Anion Gap</i> – Hiato aniônico
$A_{tot}$	Concentração total de ácidos fracos não voláteis
B	Bólus
BE	<i>Base excess</i> – Excesso de bases
$Ca^{2+}$	Cálcio
CaCl	Cloreto de cálcio
$Cl^-$	Cloreto
$CO_2$	Dióxido de carbono
DU	Densidade urinária
FC	Fluxo contínuo
$[H^+]$	Concentração de íons hidrogênio
$HCO_3^-$	Bicarbonato
IV	Via intravenosa
$K^+$	Potássio
KCl	Cloreto de potássio
LEC	Líquido extracelular
LIC	Líquido intracelular
$Mg^{2+}$	Magnésio
MgCl	Cloreto de magnésio
$Na^+$	Sódio
NaCl	Cloreto de sódio
NAP	Peptídeo natriurético atrial
PC	Peso corporal
$pCO_2$	Pressão parcial de dióxido de carbono

pO <sub>2</sub>	Pressão parcial de oxigênio
PPT	Proteína plasmática total
SID	<i>Strong ion difference</i> – Diferença de íons fortes
UEL	Universidade Estadual de Londrina
VG	Volume globular
VVP	Variação percentual do volume plasmático

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	14
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	16
2.1	EQUILÍBRIO HIDROELETROLÍTICO E ÁCIDO BASE .....	16
2.2	DISTÚRBIOS DO EQUILÍBRIO HIDROELETROLÍTICO E ÁCIDO BASE EM BOVINOS.....	18
2.3	HIDRATAÇÃO EM BOVINOS ADULTOS .....	21
2.4	HIDRATAÇÃO ENTERAL EM BOVINOS ADULTOS E EM OUTROS ANIMAIS DE PRODUÇÃO .....	23
<b>3</b>	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	28
<b>4</b>	<b>HIPÓTESE</b> .....	31
<b>5</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	32
5.1	OBJETIVO GERAL.....	32
5.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	32
<b>6</b>	<b>ARTIGO – HIDRATAÇÃO ENTERAL EM VACAS: COMPARAÇÃO ENTRE ADMINISTRAÇÃO EM FLUXO CONTÍNUO E EM BÓLUS</b> .....	33
<b>7</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPECTIVAS FUTURAS</b> .....	48
<b>8</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	49
	<b>APÊNDICES</b> .....	50
	APÊNDICE A – Tabelas complementares ao artigo “Hidratação enteral em vacas: comparação entre administração em fluxo contínuo e em bólus”...	51
	<b>ANEXOS</b> .....	55
	ANEXO A – Aprovação e registro na Comissão de Ética no Uso de Animais.....	56

## 1 1 INTRODUÇÃO

2                   Bovinos acometidos por diferentes enfermidades podem apresentar,  
3 comumente, desidratação e alterações nos equilíbrios eletrolítico e ácido base, o que  
4 torna necessária a administração de soluções eletrolíticas com o objetivo de restaurar  
5 a volemia e de corrigir os desequilíbrios presentes. A fluidoterapia é, portanto, um  
6 procedimento terapêutico frequentemente empregado na prática clínica (ROUSSEL,  
7 2014).

8                   A administração de fluidos pode ser realizada de três formas: a) oral,  
9 com a ingestão espontânea; b) enteral, pelas vias ororruminal ou nasoesofageana; e  
10 c) parenteral, pelas vias intravenosa ou subcutânea. A ingestão voluntária do volume  
11 necessário nem sempre acontece, e a hidratação intravenosa é onerosa em bovinos  
12 adultos pesados. Quando o trânsito aboral da ingesta no sistema digestório não está  
13 comprometido, a hidratação enteral pode ser considerada uma opção terapêutica  
14 segura, eficaz, prática e econômica (GONZÁLEZ-MONTAÑA et al., 2017;  
15 CONSTABLE et al., 2021).

16                   A técnica de hidratação enteral por via nasoesofageana utilizando  
17 sonda de pequeno calibre em que a administração de fluidos é gradativa em fluxo  
18 contínuo (FC) vem sendo empregada com resultados satisfatórios em equinos  
19 (LOPES et al., 2002; LOPES et al., 2004; AVANZA et al., 2009; RIBEIRO FILHO et  
20 al., 2016), e a eficácia é comparável à da infusão intravenosa. Este método de  
21 hidratação é particularmente recomendado nesta espécie devido à capacidade  
22 volumétrica reduzida do estômago. Soluções eletrolíticas podem ser administradas  
23 continuamente por longos períodos, sendo possível infundir grandes volumes sem  
24 provocar desconforto (DIAS et al., 2021).

25                   Diferente dos equinos, o rúmen dos bovinos adultos pode apresentar  
26 capacidade volumétrica que varia de 13 a 17% do seu peso corporal (SILANIKOVE;  
27 TADMOR, 1989), podendo comportar volumes elevados de solução eletrolítica. Por  
28 esse motivo, apesar de a hidratação enteral em FC ser apontada como uma alternativa  
29 interessante para a reposição da volemia nesses animais (RIBEIRO FILHO et al.,  
30 2011; RIBEIRO FILHO et al., 2013; ERMITA et al., 2018; ALVES et al., 2019), a  
31 administração em bólus (B) deve ser considerada igualmente eficiente. Este estudo  
32 teve como objetivo comparar a eficiência da hidratação enteral em FC e em B para a  
33 correção de desequilíbrios hídrico, eletrolítico e ácido base em vacas

1 experimentalmente desidratadas.

## 1 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2 2.1 EQUILÍBRIO HIDROELETROLÍTICO E ÁCIDO BASE

3 A distribuição, volume e composição dos líquidos que compõem o  
4 organismo dos mamíferos são essenciais para que processos metabólicos ocorram  
5 de forma apropriada (CUNNINGHAM, 2004). Tanto o equilíbrio hidroeletrólítico quanto  
6 o ácido base estão vinculados, e ambos são necessários para a manutenção da  
7 homeostase (CARLSON; BRUSS, 2008).

8 O componente mais abundante do organismo dos mamíferos é a  
9 água, representado cerca de 60% do peso corporal (PC) de indivíduos adultos  
10 (ADAMS, 2015). Ela é constantemente eliminada por processos fisiológicos e deve  
11 ser reposta para a manutenção do equilíbrio hídrico, evitando a desidratação. Grande  
12 parte é eliminada pela urina, mas também há perdas pelas fezes, pela evaporação  
13 nas superfícies corpóreas, e pelo leite em animais lactantes. A reposição hídrica se  
14 dá quase completamente pela ingestão, pois quantidades mínimas de água são  
15 produzidas como resultado do metabolismo celular (CUNNINGHAM, 2004).

16 A maior parte da água do organismo se encontra dentro das células,  
17 representando cerca de 40% do PC, denominado de líquido intracelular (LIC). A  
18 quantia restante, cerca de 20% do PC, é encontrada fora das células e denominado  
19 de líquido extracelular (LEC), o qual abrange o líquido intersticial, o líquido  
20 intravascular e o líquido transcelular. Nestes compartimentos, a água se difunde entre  
21 os meios através das membranas celulares, e seu volume é controlado pela força  
22 osmótica de cada repartição corpórea (ADAMS, 2015).

23 Em meio aquoso, há moléculas que se dissociam e originam os ânions  
24 (íons carregados negativamente) e cátions (íons carregados positivamente). Essas  
25 moléculas são conhecidas como eletrólitos, pois elas possibilitam a passagem de  
26 corrente elétrica, e podem ser classificadas em íons fracos ou fortes. O potássio ( $K^+$ )  
27 é o cátion predominante no LIC, além do cálcio ( $Ca^{2+}$ ) e do magnésio ( $Mg^{2+}$ ), e os  
28 fosfatos e as proteínas, os principais ânions. O sódio ( $Na^+$ ) é o principal cátion do LEC,  
29 enquanto o cloreto ( $Cl^-$ ) e o bicarbonato ( $HCO_3^-$ ) representam os principais ânions.  
30 Tanto o LIC quanto o LEC devem se encontrar em equilíbrio, embora se difiram quanto  
31 ao volume e composição eletrolítica (REECE, 2007).

1 O equilíbrio ácido base remete-se ao pH dos líquidos corporais que é  
2 medido pela concentração de íons hidrogênio  $[H^+]$  nos LIC e LEC (HICKISH;  
3 FARMERY, 2012). Quando há mudanças no pH sanguíneo, os eletrólitos são movidos  
4 para manter a eletroneutralidade, devendo haver uma equivalência entre cátions e  
5 ânions (ADAMS, 2015). O pH dos líquidos corpóreos é regulado pela ação de  
6 componentes que atuam como tampões, e de órgãos como pulmões e rins que  
7 controlam a concentração de alguns desses tampões. Os principais tampões voláteis  
8 do sangue são o  $HCO_3^-$  e o dióxido de carbono ( $CO_2$ ), presentes no líquido intersticial.  
9 E as proteínas plasmáticas, fosfatos e a hemoglobina, são os principais tampões  
10 presentes no LEC, LIC e LEC e LIC, respectivamente, considerados não voláteis, pois  
11 possuem quantidade fixa (HUBBLE, 2004).

12 Os tampões são conhecidos como primeira linha de defesa contra  
13 alterações no pH decorrentes da perda ou adição de ácidos ou bases. Nem sempre  
14 os tampões atingem a capacidade de manter a  $[H^+]$  em padrões fisiológicos, e o ofício  
15 de corrigir o desequilíbrio ácido base é transferido para os pulmões e rins por meio de  
16 mecanismos compensatórios (GOEL; CALVERT, 2011). Quando isso acontece, os  
17 pulmões podem agir regulando a pressão parcial de dióxido de carbono ( $pCO_2$ )  
18 aumentando ou diminuindo a ventilação, e os rins podem elevar ou diminuir a  
19 reabsorção de  $HCO_3^-$ , promovendo a concentração de tampão necessária (AYERS;  
20 DIXON, 2012).

21 Há duas abordagens diagnósticas do equilíbrio ácido base: a  
22 abordagem tradicional de Henderson-Hasselbach e a abordagem quantitativa de  
23 Stewart. A abordagem tradicional ainda é utilizada, porém há discordâncias nesse  
24 método como considerar o  $HCO_3^-$  e  $CO_2$  meios independentes na determinação do pH  
25 sanguíneo, e não considerar a participação de ácidos fracos (proteínas e fosfatos) e  
26 eletrólitos no equilíbrio ácido base. A incoerência no modelo de Henderson-  
27 Hasselbach levou um químico canadense, Peter Stewart, a introduzir uma nova  
28 abordagem, baseada nas leis da eletroneutralidade, no equilíbrio de dissociação de  
29 solutos incompletamente dissolvidos e de conservação de massas. Essa abordagem,  
30 também conhecida como teoria dos íons fortes, considera que as três variáveis  
31 independentes determinantes do pH sanguíneo são  $pCO_2$ , diferença de íons fortes  
32 (*Strong ion difference* - SID) e concentração total de ácidos fracos não voláteis ( $A_{tot}$ )  
33 (STEWART, 1983; HUBBLE, 2004).

34 Na medicina de ruminantes, os distúrbios dos equilíbrios hídrico,

1 eletrolítico e ácido base são achados comuns e, muitas vezes, de ocorrência  
2 concomitante, estando associados a diversas doenças com diferentes graus de  
3 intensidade, e são classificados de acordo com o elemento responsável pela alteração  
4 (CONSTABLE, 2003; ROUSSEL, 2014).

## 5 2.2 DISTÚRBIOS DO EQUILÍBRIO HIDROELETROLÍTICO E ÁCIDO BASE EM BOVINOS

6 Cinco irregularidades podem existir de forma simultânea em bovinos  
7 doentes que influenciam no equilíbrio hidroeletrólítico e ácido base: déficit de água  
8 livre, concentrações anormais de eletrólitos no plasma, anormalidades ácido base,  
9 anormalidades da osmolalidade plasmática, e desequilíbrios da pressão oncótica  
10 plasmática (ADAMS, 2015).

11 A desidratação é o sinal clínico que expressa o déficit hídrico do  
12 organismo, e seu percentual em bezerros pode ser estimado e quantificado em função  
13 de alterações clínicas e laboratoriais como grau de enoftalmia, tempo de turgor de  
14 pele, valores de volume globular (VG), proteína plasmática total (PPT) e densidade  
15 urinária (DU) que estarão aumentados, e umidade das mucosas, nível de consciência  
16 e temperatura das extremidades que estarão diminuídos (CONSTABLE et al., 2021).  
17 Em bovinos adultos, essa avaliação é semelhante, e a desidratação também pode ser  
18 estimada pelo grau de enoftalmia, pela umidade das mucosas, tempo de turgor de  
19 pele, e valores de VG e PPT (ROUSSEL, 2014).

20 O déficit hídrico normalmente é concomitante com distúrbios  
21 eletrolíticos. Em bovinos adultos pode ser decorrente de doenças ou síndromes como  
22 diarreia, indigestões, acidose láctica ruminal, deslocamento de abomaso, dilatação  
23 cecal, obstruções intestinais, peritonite, entre outras, que resultam em grande perda  
24 de líquidos e na redução da ingestão de água ou impedimento da absorção e  
25 distribuição da mesma (FREITAS et al., 2010). Em um estudo desenvolvido por  
26 Roussel et al (1998), foi observado que aproximadamente 20% dos bovinos  
27 desidratados apresentaram hiponatremia ou hipocalemia, enquanto mais de 40%  
28 apresentaram hipocloremia. Além do mais, os animais apresentaram cerca de duas  
29 vezes mais chance de ter alcalose metabólica do que acidose.

30 Geralmente, os distúrbios no equilíbrio eletrolítico e ácido base podem  
31 ser previstos baseado no diagnóstico da doença, pois os sinais clínicos dão evidências  
32 do tipo de distúrbio, quando há falta de resultados de exames laboratoriais. No

1 entanto, a análise laboratorial é necessária para quantificar e confirmar com exatidão  
 2 a amplitude do desequilíbrio (ROUSSEL, 2014). A hemogasometria (Quadro 1) é o  
 3 exame laboratorial que aponta mais informações sobre o estado do equilíbrio  
 4 eletrolítico e ácido base (DI BARTOLA, 2012), e tanto amostras de sangue arterial  
 5 como sangue venoso podem ser coletadas para se avaliar alterações metabólicas,  
 6 mas em alterações respiratórias, o uso do sangue arterial é o mais indicado  
 7 (SUCUPIRA; ORTOLANI, 2003).

8

9 **Quadro 1** - Valores hemogasométricos de referência e eletrólitos em bovinos adultos.

Parâmetro	Valores de Referência
pH	7,310 – 7,530
pCO <sub>2</sub> (mmHg)	34 – 45
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mmol/L)	20 – 30
BE (mmol/L)	0 – 6
Sódio (mmol/L)	132 – 152
Potássio (mmol/L)	3,9 – 5,8
Magnésio (mg/dL)	1,8 – 2,3
Cloreto (mmol/L)	97 – 111
Cálcio (mg/dL)	9,7 – 12,4
AG (mmol/L)	14 – 26

10 **Fonte:** Radostits et al. (2006); Carlson; Bruss (2008).

11

12 O distúrbio que acarreta acúmulo de ácidos é denominado de acidose  
 13 e o distúrbio que gera acúmulo de bases é denominado alcalose. Dependendo da  
 14 origem, volátil ou não, do componente aumentado, o desequilíbrio pode ser  
 15 classificado também como respiratório ou metabólico (GOEL; CALVERT, 2011). Os  
 16 parâmetros mais indicados para avaliação de desequilíbrios ácido base são pH, pCO<sub>2</sub>,  
 17 pressão parcial de oxigênio (pO<sub>2</sub>) em casos de colheita de sangue arterial, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>,  
 18 excesso de bases (*base excess* - BE), SID, hiato aniônico (*anion gap* - AG) e A<sub>tot</sub>  
 19 (AYERS; DIXON, 2012).

20

21 Há também alterações eletrolíticas que podem acompanhar os  
 22 desequilíbrios ácido base. Por exemplo, hipernatremia, hipocalemia e hipocloremia  
 23 podem ser vistos em casos de alcalose metabólica e hiponatremia, hipercalemia e  
 24 hiperclorremia podem ser vistos em casos de acidose metabólica. Isso se dá porque  
 toda diminuição de cloreto implicará no aumento de bicarbonato. Pode haver, por

1 exemplo, situações em que haja diminuição do cloreto em relação ao sódio, ou pode  
2 ocorrer ganho de sódio relativo ao cloreto e, conseqüentemente, aumento de  
3 bicarbonato. Como também pode ocorrer a perda do sódio em relação ao cloreto, ou  
4 o ganho de cloreto relativo ao sódio, resultando na diminuição da quantidade de  
5 bicarbonato (RUSSELL; ROUSSEL, 2007).

6           Valores de pH dentro do intervalo de referência não eliminam  
7 alterações do equilíbrio ácido base, mas a sua diminuição indica uma acidemia,  
8 decorrente de acidose metabólica, respiratória ou ambas, e a elevação do valor indica  
9 alcalemia, causada por alcalose metabólica, respiratória ou ambas. Uma mudança no  
10 equilíbrio ácido base é sucessiva de uma resposta compensatória oposta. Por  
11 exemplo, acidose metabólica é compensada pelo aumento da ventilação pulmonar  
12 que resulta em alcalose respiratória, e a alcalose metabólica é compensada pela  
13 acidose respiratória. Essas respostas compensatórias levam o pH a direção oposta à  
14 alteração primária, mas não próximo de causar uma mudança acima ou abaixo dos  
15 valores fisiológicos (GOEL; CALVERT, 2011).

16           A  $p\text{CO}_2$  é indicadora de ventilação pulmonar, considerada o elemento  
17 respiratório do equilíbrio ácido base. Aumentos em seu valor apontam acidose  
18 respiratória e diminuições apontam alcalose respiratória. O  $\text{HCO}_3^-$  é o componente  
19 metabólico do equilíbrio ácido base, sendo que sua diminuição indica acidose  
20 metabólica e seu aumento indica alcalose metabólica (RUSSELL; ROUSSEL, 2007).

21           Para estimar o elemento metabólico do desequilíbrio, criou-se o BE  
22 que representa a quantidade de ácido ou base necessária para titular a amostra de  
23 sangue até o pH de 7,4 com a  $p\text{CO}_2$  em 40 mmHg. Sua diminuição indica acidose  
24 metabólica e o aumento indica alcalose metabólica. O AG corresponde à diferença  
25 entre os ânions não mensurados e cátions não mensurados. A principal mudança  
26 decorre da elevação de ânions não mensurados e, de acordo ao princípio da  
27 eletroneutralidade, no aumento do AG que resulta em acidose metabólica. Mas  
28 também pode ser observado a diminuição de AG em casos de hipoalbuminemia, que  
29 pode levar a ocorrência de alcalose metabólica (CONSTABLE, 2000).

30           Segundo a abordagem quantitativa de Stewart (1983), pode-se  
31 observar seis distúrbios do equilíbrio ácido base, representados no Quadro 2. As três  
32 variáveis independentes são  $p\text{CO}_2$ , SID e  $A_{\text{tot}}$ . Os íons fortes são dissociados em pH  
33 fisiológico, não exercendo efeito tampão. Já os íons fracos são parcialmente  
34 dissociados no plasma, podendo ser voláteis ( $p\text{CO}_2$ ), ou não voláteis ( $A_{\text{tot}}$ )

(STEWART, 1983). A SID é calculada pela diferença entre a carga atribuída a todos os cátions fortes ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$ ) e ânions fortes ( $\text{Cl}^-$ , lactato, sulfato, cetoácidos), e sua elevação caracteriza alcalose metabólica, decorrente do aumento em algum cátion forte, normalmente o sódio, ou diminuição de cloreto. Já sua redução, caracteriza acidose metabólica, decorrente da diminuição de algum cátion forte ou aumento de algum ânion forte. O  $A_{\text{tot}}$  representa proteínas e fosfatos, em que seu aumento resulta em acidose metabólica e sua redução em alcalose metabólica (CONSTABLE, 2002).

**Quadro 2** - Classificação dos distúrbios do equilíbrio ácido base pelas abordagens tradicional e quantitativa.

<b>Abordagem tradicional (Henderson-Hasselbach)</b>	
<b>Distúrbio</b>	<b>Característica Primária</b>
Acidose metabólica	↓ $\text{HCO}_3^-$
Alcalose metabólica	↑ $\text{HCO}_3^-$
Acidose respiratória	↑ $\text{pCO}_2$
Alcalose respiratória	↓ $\text{pCO}_2$
<b>Abordagem quantitativa (Stewart)</b>	
<b>Distúrbio</b>	<b>Característica Primária</b>
Acidose metabólica	↓SID
Acidose metabólica	↑ $A_{\text{tot}}$
Alcalose metabólica	↑SID
Alcalose metabólica	↓ $A_{\text{tot}}$
Acidose respiratória	↑ $\text{pCO}_2$
Alcalose respiratória	↓ $\text{pCO}_2$

Fonte: Adaptado de Constable (2000) e Goel; Calvert (2011).

Como a desidratação geralmente está associada a desequilíbrios eletrolíticos e ácido base, somente a ingestão hídrica não é suficiente para restabelecer completamente a homeostase, sendo necessário a administração da fluidoterapia, que tem como objetivo principal a restauração desses desequilíbrios, além do auxílio na cura da causa primária da enfermidade (ROUSSEL, 2014).

### 2.3 HIDRATAÇÃO EM BOVINOS ADULTOS

Bovinos adultos doentes frequentemente precisam de fluidoterapia para reposição hídrica e eletrolítica, para corrigir desequilíbrios ácido base e para otimizar o fluxo sanguíneo tecidual. Soluções contendo eletrólitos e, se necessário, fontes energéticas, devem ser utilizadas no paciente desidratado, e a eficiência da técnica depende da escolha adequada da solução eletrolítica, do volume que deve ser calculado de acordo com as fases da reposição volêmica, da velocidade de infusão, e

1 da via de administração compatíveis com a gravidade e evolução da doença ou  
2 desequilíbrio (RIBEIRO FILHO et al., 2021).

3 Há três modalidades de hidratação nessa espécie: hidratação oral, pela  
4 ingestão espontânea da solução eletrolítica, hidratação enteral por sondagem via  
5 nasoesofageana ou ororruminal, e hidratação parenteral por via intravenosa (IV),  
6 intraperitoneal ou subcutânea. A escolha da via de administração dependerá da  
7 necessidade de efeitos sistêmicos, da integridade do trato gastrointestinal, e dos  
8 recursos financeiros disponíveis (CONSTABLE, 2003).

9 A via IV é a primeira opção em casos graves de desidratação e  
10 choque hipovolêmico, e tem como vantagem efeitos sistêmicos imediatos sem  
11 depender da integridade do trato gastrointestinal. Porém, alguns aspectos acabam  
12 limitando seu uso em casos menos acentuados de desequilíbrios e desidratação,  
13 como a necessidade de contenção e monitoramento contínuo, hemorragia local,  
14 flebite e o custo elevado devido ao grande volume que deve ser administrado. Já os  
15 métodos de hidratação oral ou enteral são recomendados preferencialmente em  
16 indivíduos com desidratação leve a moderada, e tem como vantagens a eficiência em  
17 termos de tempo, custo, e na correção dos desequilíbrios pela possibilidade de  
18 formulação de uma solução eletrolítica específica para o tratamento (ROUSSEL,  
19 2014; ADAMS, 2015).

20 Independente da via de administração escolhida, os cálculos de  
21 volume a ser infundido são os mesmos, e o período de hidratação é composto por  
22 duas fases: fase de reposição e fase de manutenção. Na fase de reposição, o volume  
23 é baseado no peso corporal do paciente multiplicado pelo seu grau de desidratação e  
24 dividido por 100, o qual deve ser administrado nas primeiras 4 a 6 horas de  
25 procedimento. Na fase de manutenção, é necessário repor as perdas hidroeletrólíticas  
26 atribuíveis as excreções fisiológicas do organismo, e o cálculo é baseado na  
27 quantidade de água ingerida pelo animal em 24h. Em bovinos adultos se utiliza a  
28 quantidade de 50 a 60 mL/kg/dia (RIBEIRO FILHO et al., 2021).

29 Quando há perdas continuadas, deve-se levar em conta o volume que  
30 continua a ser perdido pelo paciente ao longo do dia de tratamento, e caso não seja  
31 possível mensurá-lo, recomenda-se usar o grau de desidratação do paciente no  
32 momento em que a solução eletrolítica irá ser administrada. Portanto, utiliza-se 50  
33 mL/kg nas desidratações leves, 100 mL/kg nas moderadas e 150 mL/kg nas intensas  
34 (CONSTABLE et al., 2021).

1                   A velocidade da infusão é determinada pela fase de hidratação que  
2 está sendo empregada. O volume de reposição pode ser administrado com maior  
3 velocidade quando comparado aos volumes de manutenção e perdas continuadas.  
4 Em casos de desidratação grave, recomenda-se a velocidade de infusão de 15 a 20  
5 mL/kg/h, e em casos de choque hipovolêmico, essa velocidade pode chegar a 40  
6 mL/kg/h (RIBEIRO FILHO et al., 2021; CONSTABLE et al., 2021).

7                   A solução eletrolítica ideal tem o objetivo de repor água e eletrólitos,  
8 preferencialmente de acordo com a necessidade individual do paciente. Nem sempre  
9 é possível modificar a composição das soluções eletrolíticas de acordo com o  
10 desequilíbrio constatado nos exames laboratoriais e sinais clínicos quando se utiliza  
11 a via IV (ROUSSEL, 2014). Para que a hidratação fosse mais precisa, de forma que  
12 as soluções eletrolíticas pudessem ser formuladas adequadamente para corrigir o  
13 desequilíbrio presente no paciente, estudos sobre a hidratação enteral vêm sendo  
14 desenvolvidos em bovinos adultos, os quais trouxeram importantes informações a  
15 respeito da composição e osmolaridade das soluções eletrolíticas enterais (RIBEIRO  
16 FILHO et al., 2011; RIBEIRO FILHO et al., 2013; ERMITA et al., 2018; ALVES et al.,  
17 2019).

#### 18 2.4 HIDRATAÇÃO ENTERAL EM BOVINOS ADULTOS E EM OUTROS ANIMAIS DE PRODUÇÃO

19                   A hidratação enteral vem sendo utilizada como uma opção segura e  
20 eficaz, uma vez que, a administração da solução eletrolítica com composição  
21 adequada possibilita a terapia mais precisa para o paciente, e menos onerosa. Nesta  
22 técnica, a via fisiológica de absorção de líquidos é mantida, sendo desnecessário o  
23 uso de soluções eletrolíticas estéreis. No entanto, o maior desafio no emprego dessa  
24 via é desenvolver uma solução que atenda às demandas eletrolíticas dos indivíduos  
25 desidratados (CONSTABLE, 2003).

26                   O transporte de água e eletrólitos pela mucosa gastrointestinal é um  
27 processo dinâmico, com fluxos unidirecionais de ambos ocorrendo continuamente. A  
28 absorção de água ocorre de maneira passiva, devido ao gradiente osmótico, podendo  
29 ser absorvida em todo o trato gastrointestinal, sendo dependente da absorção de íons  
30 de Na<sup>+</sup>. Nos rins, a maior parte da água é reabsorvida passivamente no túbulo  
31 proximal, mais precisamente no ramo descendente da alça de Henle, junto com íons  
32 e pequenas moléculas hidrofílicas, de modo que o fluido que entra no ramo

1 descendente é isotônico. A reabsorção final ocorre no túbulo coletor, principalmente  
2 sob o controle do hormônio antidiurético (ADH). Esse hormônio hipotalâmico é  
3 secretado pela pós-hipófise quando a osmolalidade aumenta, e durante a hipovolemia  
4 ou diminuição da pressão arterial (REECE, 2007).

5 Os eletrólitos são absorvidos pelo epitélio intestinal de três formas:  
6 difusão simples (passagem do elemento através da membrana da mucosa, sem gasto  
7 de energia), difusão facilitada pela formação de quelatos (combinação de elementos  
8 minerais para que ocorra a absorção), e difusão facilitada pela presença de uma  
9 proteína transportadora (CUNNINGHAM, 2004).  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$  são os principais íons no  
10 fluido transportado pelo intestino durante a absorção ou secreção de metabólitos e,  
11 na maioria das condições, o transporte desses dois íons ocorre de forma conjunta,  
12 desempenhando um importante papel na manutenção da distribuição de água no  
13 organismo, da pressão osmótica do plasma e na eletroneutralidade. O  $\text{Cl}^-$  também é  
14 retirado do conteúdo intestinal em troca do  $\text{HCO}_3^-$ , principalmente na região do íleo e  
15 cólon (REECE, 2007).

16 Nos rins, normalmente 60% a 75% do  $\text{Na}^+$  filtrado é reabsorvido no  
17 túbulo proximal. Parte do  $\text{Na}^+$  também é reabsorvido nos túbulos distais, e sob o  
18 controle da aldosterona, é trocado por  $\text{K}^+$  e  $\text{H}^+$ . O peptídio natriurético atrial (NAP)  
19 também é liberado em resposta a expansão do volume, promovendo a excreção do  
20  $\text{Na}^+$  pelos rins. Além disso, o aumento dos níveis de  $\text{Na}^+$  filtrado causam elevação na  
21 síntese da dopamina pelas células do túbulo proximal, que atua sobre o túbulo distal  
22 estimulando a excreção do  $\text{Na}^+$ . A concentração plasmática e a eliminação do  $\text{Cl}^-$  são  
23 geralmente concomitantes com as do  $\text{Na}^+$  e  $\text{HCO}_3^-$ , exceto no caso de distúrbios ácido  
24 base. Se o excesso de  $\text{Na}^+$  for excretado pelo rim, geralmente o  $\text{Cl}^-$  irá acompanhá-lo  
25 (REECE, 2007).

26 A hidratação enteral é recomendada em pacientes com desidratação  
27 discreta (5-7%) a moderada (8-10%) e há duas técnicas que podem ser empregadas:  
28 hidratação enteral em bólus (B) e em fluxo contínuo (FC). A hidratação enteral em B  
29 trata-se de uma técnica comum e frequentemente utilizada na medicina bovina  
30 (RIBEIRO FILHO et al., 2021). Já a hidratação enteral em FC é uma técnica  
31 alternativa, e estudos a respeito dessa técnica foram empregados inicialmente em  
32 equinos adultos, apresentando resultados seguros e eficazes (LOPES et al., 2002;  
33 LOPES et al., 2004; AVANZA et al., 2009). Este método de hidratação é  
34 particularmente recomendado nesta espécie devido à capacidade volumétrica

1 reduzida do estômago, podendo variar de 5 a 15 L dependendo do tamanho do animal  
2 (BUDRAS, 2012). Ao longo dos últimos 10 anos, essa técnica também vem sendo  
3 estudada e aplicada com resultados seguros e eficientes em cabras (ATOJI-  
4 HENRIQUE et al., 2012; SANTOS et al., 2020), bovinos adultos (RIBEIRO FILHO et  
5 al., 2011; RIBEIRO FILHO et al., 2013; ERMITA et al., 2018; ALVES et al., 2019),  
6 bezerros (RIBEIRO FILHO et al., 2017; LIMA et al., 2020), e bezerros bubalinos  
7 (ERMITA et al., 2016).

8           Em ruminantes adultos, a hidratação enteral em B é administrada via  
9 ororruminal, a qual é mais comumente utilizada, e permite a administração de maior  
10 volume de solução eletrolítica em menor espaço de tempo, visto que se utiliza uma  
11 sonda de maior calibre, e a deposição direta de soluções eletrolíticas no rúmen  
12 possibilita a formação de uma reserva de água e eletrólitos, que sustenta uma  
13 absorção contínua destes elementos (CONSTABLE, 2003). Apesar de ter como  
14 limitações a distensão abdominal, seguida ou não de desconforto causado pelo  
15 grande volume de líquido depositado de uma vez no rúmen, e do risco de lesão de  
16 faringe e esôfago provocado pelas sucessivas sondagens necessárias nessa  
17 modalidade terapêutica, não é necessário manter o animal em vigilância constante  
18 após a realização do procedimento (RIBEIRO FILHO et al., 2011).

19           Na hidratação enteral em FC, a via utilizada é a nasoesofageana, em  
20 que uma sonda de pequeno calibre é introduzida na cavidade nasal até o esôfago, e  
21 a solução eletrolítica é administrada de forma lenta e ininterrupta por um longo período  
22 de tempo, sendo necessário vigilância constante do paciente caso haja interrupção do  
23 fluxo. Essa técnica causa menor distensão ruminal, permite livre movimentação e  
24 alimentação do paciente na baia, e possibilita o clínico a controlar a taxa de infusão a  
25 ser administrada durante o procedimento (RIBEIRO FILHO et al., 2021).

26           De acordo com Constable (2003) e Ribeiro Filho et al. (2011), as  
27 soluções eletrolíticas enterais para bovinos adultos devem conter  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  
28  $\text{Mg}^{2+}$  e, se necessário, uma fonte precursora de energia, sem causar nenhum efeito  
29 adverso. As soluções eletrolíticas enterais mais empregadas em bovinos adultos são  
30 as neutras ou com potencial acidificante, uma vez que eles apresentam alcalose  
31 metabólica mais constantemente que acidose metabólica (ROUSSEL, 2014). Porém,  
32 os bovinos adultos também podem apresentar doenças ou síndromes que resultam  
33 em acidose metabólica e, nesses casos, é indicado a administração de soluções  
34 eletrolíticas enterais alcalinizantes (AMORIM, 2020).

1                   A principal força que modera o movimento da água através da parede  
2 ruminal é o grau de variação da osmolaridade entre o líquido ruminal e o sangue que  
3 permeia o epitélio ruminal. Estudos experimentais em bovinos adultos indicam que o  
4 fluxo de água do rúmen para o plasma ocorre sempre que a osmolaridade do plasma  
5 excede a osmolaridade do rúmen em valores iguais ou superiores a 20 mOsm/L. Isto  
6 é, à medida em que a osmolaridade ruminal diminui, a taxa de transporte de água do  
7 rúmen para o plasma aumenta (DOBSON; SELLERS; GATEWOOD, 1976). As  
8 soluções eletrolíticas podem ser classificadas como sendo hiposmolar (valores  
9 inferiores a 280 mOsm/L), isosmolar (280–310 mOsm/L) e hiperosmolar (valores  
10 superiores a 310 mOsm/L). Para otimizar a absorção de água, o ambiente ruminal  
11 deve ser hiposmótico ou hipotônico. Portanto, a osmolaridade no interior do rúmen  
12 não deve ser maior que a do plasma, pois fará com que a água livre se mova do  
13 espaço extracelular para o rúmen, podendo agravar a desidratação. As soluções  
14 eletrolíticas enterais adequadas devem possuir, portanto, osmolaridade inferior ou  
15 igual a 280 mOsm/L (RIBEIRO FILHO et al., 2021).

16                   Na rotina clínica, há três soluções eletrolíticas enterais que podem ser  
17 utilizadas para bovinos adultos com resultados satisfatórios: uma contendo fonte  
18 precursora de energia, indicada por Ermita et al. (2018), composta por 4g de cloreto  
19 de sódio (NaCl), 0,5g de cloreto de potássio (KCl), 1g de acetato de cálcio e 0,3g de  
20 cloreto de magnésio (MgCl) e 15 mL de propilenoglicol diluídos em 1.000 mL de água  
21 (osmolaridade mensurada 378 mOsm/L); e outras duas indicadas por Alves et al.  
22 (2019), sendo uma com potencial acidificante, indicada para bovinos adultos com  
23 alcalose metabólica hipoclorêmica, composta por 4g de NaCl, 1g de KCl, 2g de cloreto  
24 de cálcio (CaCl) e 0,5 MgCl diluídos em 1000 mL de água (osmolaridade mensurada  
25 194 mOsm/L), e outra neutra, indicada para bovinos adultos sem alterações ou com  
26 alterações discretas no equilíbrio ácido base, composta por 4g de NaCl, 1g de KCl, 2g  
27 de acetato de Ca e 0,5 MgCl diluídos em 1000 mL de água (osmolaridade mensurada  
28 190 mOsm/L).

29                   Diferente dos equinos, o rúmen dos bovinos adultos pode apresentar  
30 capacidade volumétrica que varia de 13 a 17% do seu peso corporal (SILANIKOVE;  
31 TADMOR, 1989), podendo comportar volumes elevados de solução eletrolítica. Por  
32 esse motivo, apesar de a hidratação enteral em FC ser apontada como uma alternativa  
33 interessante para a reposição da volemia nesses animais (RIBEIRO FILHO et al.,  
34 2011; RIBEIRO FILHO et al., 2013; ERMITA et al., 2018; ALVES et al., 2019), a

- 1 administração em bólus deve ser considerada igualmente eficiente.

### 1 3 REFERÊNCIAS

- 2 ADAMS, J. Fluid therapy in adult cattle. **Livestock Science**, v. 20, n. 1, p. 32-37, jan  
3 2015.
- 4
- 5 ALVES, S.R. et al. Two enteral solutions with different chloride concentrations  
6 administered by naso-ruminal route for fluid therapy in adult cattle. **Ciência Rural**,  
7 Viçosa, v. 49, n. 8, 6p., aug 2019.
- 8
- 9 AMORIM, P.C. Efeito alcalinizante do acetato de sódio administrado via ororruminal  
10 em bovinos adultos. 2020. 41 f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) –  
11 Departamento de Veterinária, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2020.
- 12
- 13 ATOJI-HENRIQUE, K. et al. Enteral fluid therapy through nasogastric tube in rumen  
14 cannulated goats. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 32, n. 12, p. 1281-1284, dec  
15 2012.
- 16
- 17 AVANZA, M.F.B. et al. Hidratação enteral em equinos – solução eletrolítica associada  
18 ou não à glicose, à maltodextrina e ao sulfato de magnésio: resultados de laboratório.  
19 **Ciência Rural**, v. 39, n. 4, p. 1116-1123, jul 2009.
- 20
- 21 AYERS, P.; DIXON, C. Simple acid-base tutorial. **Journal of Parenteral and**  
22 **Enteral Nutrition**, v. 36, n. 1, p. 18-23, dec 2012.
- 23
- 24 BUDRAS, K.D. **Anatomy of the Horse**. 6. ed: Thieme Medical Publishers, 2012. 208  
25 p.
- 26
- 27 CARLSON, G.P.; BRUSS, M.L. Fluid, Electrolyte, and Acid-Base Balance. *In*: Kaneko,  
28 J.J.; Harvey, J.W.; BRUSS, M.L, editors. **Clinical Biochemistry of Domestic**  
29 **Animals**. 6nd ed. London: Elsevier; 2008. p. 529–559.
- 30
- 31 CONSTABLE, P.D. Clinical assessment of acid-base status: comparison of  
32 the Henderson-Hasselbach and Strong Ion Approaches. **Veterinary Clinical**  
33 **Pathology**, Columbia, v. 29, n. 4, p. 115-128, 2000.
- 34
- 35 CONSTABLE, P.D. Calculation of variables describing plasma nonvolatile weak acids  
36 for use in the strong ion approach to acid-base balance in cattle. **American Journal**  
37 **of Veterinary Research**, v. 63, n. 4, p. 482–490, april 2002.
- 38
- 39 CONSTABLE, P.D. Fluid and electrolyte therapy in ruminants. **Veterinary Clinics of**  
40 **North America: Food Animal Practice**, v.19, n. 3, p. 557-597, nov 2003.
- 41
- 42 CONSTABLE, P.D. et al. Intravenous and Oral Fluid Therapy in Neonatal Calves With  
43 Diarrhea or Sepsis and in Adult Cattle. **Frontiers In Veterinary Science**, v. 7, p. 1-29,  
44 jan 2021.
- 45
- 46 CUNNINGHAM, J.G. **Tratado de fisiologia veterinária**. 3.ed. Rio de Janeiro:  
47 Guanabara Koogan, 2004. 454p.

- 1 DIAS, D.C.R. et al. Comparative Trial of Continuous Flow Enteral and Intravenous  
2 Fluid Therapy in Horses. **Frontiers In Veterinary Science**, v. 8, p. 1-10, 2021.  
3
- 4 DI BARTOLA, S.P. Introduction to acid-base disorders. *In*: DI BARTOLA, Stephen P.  
5 **Fluid, Electrolyte and Acid-Base Disorders in Small Animal Practice**.  
6 4. ed. St. Louis: Elsevier, 2012. cap. 9, p. 231-252.  
7
- 8 DOBSON A.; SELLERS, A.F.; GATEWOOD V.H. Absorption and exchange of water  
9 across rumen epithelium. **Am J Physiol**, n. 231, p. 1588-1594, 1976.  
10
- 11 ERMITA, P.A.N. et al. Effects of Enteral Fluid Therapy in Continuous Flow  
12 Administered by Nasogastric Tube in Buffalo Calves. **Journal of Buffalo Science**, v.  
13 5, n. 3, p. 60-69, dec 2016.  
14
- 15 ERMITA, P.A.N. et al. Enteral fluid therapy administered in continuous flow by naso-  
16 ruminal route using three maintenance electrolyte solutions: effects on physiological  
17 biomarkers and the hemogram of bovines. **Ciência Rural**, v. 48, n. 8, 7p., aug 2018.  
18
- 19 FREITAS, M.D. et al. Equilíbrio eletrolítico e ácido base em bovinos. **Ciência Rural**,  
20 v. 40, n. 12, p. 2608- 2615, dec 2010.  
21
- 22 GOEL, N.; CALVERT, J. Understanding blood gases / acid-base balance. **Paediatrics**  
23 **and Child Health**, Oxford, v. 22, n. 4, p. 142-148, april 2011.  
24
- 25 GONZÁLEZ-MONTAÑA, J.R. et al. General Aspect and Current Fluid Therapy in  
26 Cattle with Digestive Diseases. **American Journal Of Animal And Veterinary**  
27 **Sciences**, v. 12, n. 3, p. 111-131, march 2017.  
28
- 29 HICKISH, T.; FARMERY, A.D. Acid-base physiology: new concepts. **Anaesthesia and**  
30 **Critical Care Medicine**, Abingdon, v. 13, n. 11, p. 567-572, nov 2012.  
31
- 32 HUBBLE, S.M.A. Acid-base and blood gas analysis. **The Foudation Years**, Oxford, v.  
33 2, n. 1, p. 28-30, nov 2004.  
34
- 35 LIMA, A.P. et al. Maintenance enteral electrolyte solutions for neonatal calves: sodium  
36 acetate and osmolarity effects. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e**  
37 **Zootecnia**, v. 72, n. 1, p. 18-24, jan. 2020.  
38
- 39 LOPES, M.A. et al. Treatments to promote colonic hydration: enteral fluid therapy  
40 versus intravenous fluid therapy and magnesium sulphate. **Equine Vet J**, v. 34, n. 5,  
41 p. 505-509, 2002.  
42
- 43 LOPES, M.A. et al. Effects of enteral and intravenous fluid therapy, magnesium sulfate,  
44 and sodium sulfate on colonic contents and feces in horses. **Am J Vet Res**, v. 65, n.  
45 5, p. 695-704, 2004.  
46
- 47 RADOSTITS, O.M. et al. **Veterinary Medicine – a textbook of the diseases of cattle,**  
48 **horses, sheep, pig and goats**. 10.ed. Philadelphia: Elsevier, 2006. 2156 p.  
49
- 50 REECE, W.O. **Dukes. Fisiologia dos Animais Domésticos**. 12.ed. Guanabara

- 1 Koogan, 2007. 926 p.  
2
- 3 RIBEIRO FILHO, J.D. et al. Hidratação enteral em bovinos: avaliação de soluções  
4 eletrolíticas isotônicas administradas por sonda nasogástrica em fluxo contínuo.  
5 **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 2, p. 285-290, fev 2011.  
6
- 7 RIBEIRO FILHO, J.D. et al. Avaliação de solução eletrolítica isotônica administrada  
8 por sonda nasogástrica em bovinos adultos hígidos ou desidratados  
9 experimentalmente. **Veterinária e Zootecnia**, v. 20, n. 3, p. 9-16, set 2013.  
10
- 11 RIBEIRO FILHO, J.D. et al. Enteral Fluid Therapy in Horses: effects of maintenance  
12 hypotonic electrolyte solutions containing maltodextrin, sucrose, or dextrose  
13 administered in continuous. *Journal of Equine Veterinary Science*, v. 50, p. 96-101,  
14 nov 2016.  
15
- 16 RIBEIRO FILHO, J.D. et al. Enteral electrolyte solutions with different osmolarities  
17 administered in a continuous flow in newborn calves. **Ciência Rural**, v. 47, n. 5, p. 1-  
18 6, maio 2017.  
19
- 20 RIBEIRO FILHO, J.D. et al. Hidratação em ruminantes adultos e neonatos: abordagem  
21 prática e objetiva. **Revista Brasileira de Buiatria**, v. 1, n. 1, p. 1-26, 2021.  
22
- 23 ROUSSEL, A.J. et al. Alterations in acid-base balance and serum electrolyte  
24 concentrations in cattle: 632 cases (1984–1994). **J Am Vet Med Assoc**, v. 212, n. 11,  
25 p. 1769–1775, jun 1998.  
26
- 27 ROUSSEL, A.J. Fluid Therapy in Mature Cattle. **Veterinary Clinics of North America:  
28 Food Animal Practice**, v. 30, n. 2, p. 429-439, nov 2014.  
29
- 30 RUSSELL, K.E.; ROUSSEL, A.J. Evaluation of the ruminant serum chemistry  
31 profile. **Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice**,  
32 Philadelphia, v. 23, n. 3, p. 403-426, nov 2007.  
33
- 34 SANTOS, P.V.M. et al. Enteral electrolytic solutions administered in continuous flow  
35 via naso-ruminal route in adult goats. **Journal Of Veterinary Medical Science**, v. 82,  
36 n. 10, p. 1562-1569, oct 2020.  
37
- 38 SILANIKOVE, N.I.; TADMOR A.M. Rumen volume, saliva flow rate, and systemic  
39 fluid homeostasis in dehydrated cattle. **Am J Physiol**, v. 256, p. 809-815, 1989.  
40
- 41 STEWART, Peter A. Modern quantitative acid-base chemistry. **Canadian Journal of  
42 Physiology and Pharmacology**, [S/L], v. 61, n. 12, p.1444–1461, dec 1983.
- 43 SUCUPIRA, M.C.A.; ORTOLANI, E.L. Uso de sangue arterial e venoso no exame do  
44 equilíbrio ácido básico de novilhos normais ou com acidose metabólica. **Ciência  
45 Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 5, p. 863-868, out 2003.

46

47

#### 1 **4 HIPÓTESE**

2

3 H<sub>0</sub>: A hidratação enteral em fluxo contínuo é tão eficaz quanto a hidratação enteral em  
4 bólus para reverter a desidratação e os desequilíbrios eletrolíticos e ácido base em  
5 bovinos adultos

6

7 H<sub>1</sub>: A hidratação enteral em fluxo contínuo é mais eficaz para reverter a desidratação  
8 e os desequilíbrios eletrolíticos e ácido base em bovinos adultos do que a hidratação  
9 enteral em bólus.

10

## 1 **5 OBJETIVOS**

### 2 5.1 OBJETIVO GERAL

3                               Comparar a eficácia da administração enteral de solução eletrolítica  
4 por dois métodos distintos (fluxo contínuo e bólus) para correção de desidratação e  
5 de desequilíbrios eletrolítico e ácido base em bovinos adultos.

6

### 7 5.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

8                               Comparar os efeitos da hidratação enteral em fluxo contínuo e em  
9 bólus utilizando bovinos adultos desidratados experimentalmente, e avaliar qual  
10 técnica apresenta-se mais vantajosa em termos de eficácia e praticidade.

1 **6 ARTIGO**2 **HIDRATAÇÃO ENTERAL EM VACAS: COMPARAÇÃO ENTRE ADMINISTRAÇÃO**  
3 **EM FLUXO CONTÍNUO E EM BÓLUS**

4

5 **Resumo**

6 **Fundamentação:** A hidratação enteral em bovinos é realizada mais comumente em  
7 bólus (B) por via ororruminal e a administração em fluxo contínuo (FC) por via  
8 nasoesofageana é uma alternativa viável. Não há estudos que comparem a eficácia  
9 dos dois métodos. Este estudo teve como objetivo comparar a eficiência da hidratação  
10 enteral em FC e em B para a correção de desequilíbrios hídrico, eletrolítico e ácido  
11 base em vacas.

12 **Métodos:** Protocolos de indução de desidratação foram aplicados em 8 vacas sadias  
13 duas vezes com intervalo de uma semana. Em delineamento *cross-over*, dois tipos de  
14 hidratação enteral foram realizados, com a mesma solução eletrolítica e volume igual  
15 a 12% do peso corporal (PC): em FC (10 mL/kg/h, entre 0h e 12h); e em B (6% PC,  
16 duas vezes, em 0h e 6h). Variáveis clínicas e sanguíneas foram determinadas em -  
17 24h, 0h, 6h, 12h e 24h e comparadas por ANOVA de medidas repetidas.

18 **Resultados:** A desidratação moderada e a alcalose metabólica hipoclorêmica  
19 induzidas foram corrigidas pelos dois métodos de hidratação ao término do período  
20 de tratamento (12h) sem distinção.

21 **Conclusão:** A hidratação enteral em B é tão eficaz quanto a em FC para reverter a  
22 desidratação e os desequilíbrios eletrolíticos e ácido base.

23

24 **Palavras-chave:** desidratação, equilíbrio ácido base, equilíbrio hidroeletrólítico,  
25 fluidoterapia

26

27 **Introdução**

28

29

30 Bovinos acometidos por diferentes enfermidades podem apresentar,  
31 comumente, desidratação e alterações nos equilíbrios eletrolítico e ácido base, o que  
32 torna necessária a administração de soluções eletrolíticas com o objetivo de restaurar  
33 a volemia e de corrigir os desequilíbrios presentes. A fluidoterapia é, portanto, um  
procedimento terapêutico frequentemente empregado na prática clínica.<sup>1</sup>

34

35 A administração de fluidos pode ser realizada de três formas: a) oral, com  
36 a ingestão espontânea; b) enteral, pelas vias ororruminal ou nasoesofageana; e c)  
37 parenteral pelas vias intravenosa ou subcutânea. A ingestão voluntária do volume  
38 necessário nem sempre acontece, e a hidratação intravenosa é onerosa em bovinos  
39 adultos pesados. Quando o trânsito aboral da ingesta no sistema digestório não está  
40 comprometido, a hidratação enteral pode ser considerada uma opção terapêutica  
segura, eficaz, prática e econômica.<sup>2,3</sup>

41

A técnica de hidratação enteral por via nasoesofageana utilizando sonda

---

<sup>1</sup>Artigo formatado de acordo com as normas da revista VetRecord (disponível em: <https://bvajournals.onlinelibrary.wiley.com/hub/journal/20427670/author-guidelines>).

1 de pequeno calibre em que a administração de fluidos é gradativa em fluxo contínuo  
2 (FC) vem sendo empregada com resultados satisfatórios em equinos,<sup>4,5,6,7</sup> e a eficácia  
3 é comparável à da infusão intravenosa. Este método de hidratação é particularmente  
4 recomendado nesta espécie devido à capacidade volumétrica reduzida do estômago.  
5 Soluções eletrolíticas podem ser administradas continuamente longos períodos,  
6 sendo possível infundir grandes volumes sem provocar desconforto.<sup>8</sup>

7 Diferente dos equinos, o rúmen dos bovinos adultos pode apresentar  
8 capacidade volumétrica que varia de 13 a 17% do seu peso corporal,<sup>9</sup> podendo  
9 comportar volumes elevados de solução eletrolítica. Por esse motivo, apesar de a  
10 hidratação enteral em FC ser apontada como uma alternativa interessante para a  
11 reposição da volemia nesses animais,<sup>10,11,12,13</sup> a administração em bólus (B) deve ser  
12 considerada igualmente eficiente. Este estudo teve como objetivo comparar a  
13 eficiência da hidratação enteral em FC e em B para a correção de desequilíbrios  
14 hídrico, eletrolítico e ácido base em vacas experimentalmente desidratadas.

15

## 16 **Material e Métodos**

17

18 Este é um estudo longitudinal controlado com delineamento *cross-over*  
19 previamente aprovado pelo Comitê de Ética no Uso de Animais da Universidade  
20 Estadual de Londrina (UEL) sob protocolo CEUA-UEL 022.2021. Foram utilizadas oito  
21 vacas mestiças, híbridas, com  $6,1 \pm 2,9$  anos de idade e peso corporal (PC) de  $585,6$   
22  $\pm 93,6$  kg, pertencentes ao rebanho do Hospital Veterinário da UEL. As vacas eram  
23 mantidas a pasto ingerindo silagem de milho como a base da alimentação. Durante o  
24 período de 48 horas de observação experimental (indução de desidratação e  
25 tratamento com hidratação enteral), as vacas permaneceram em baias individuais.

26 As vacas foram submetidas a um protocolo de indução de desidratação,  
27 que consistia em jejum hídrico e alimentar durante 24 horas e nas administrações de  
28 furosemida na dose de 3 mg/kg, por via intramuscular, no início (-24h) e na metade (-  
29 12h) do período de jejum. Ao término do período de indução, as vacas foram  
30 rehidratadas empregando-se solução eletrolítica hiposmolar composta por 4 g de  
31 cloreto de sódio (NaCl), 1 g de cloreto de potássio (KCl), 2 g de cloreto de cálcio  
32 (CaCl<sub>2</sub>) e 0,5 g de cloreto de magnésio (MgCl<sub>2</sub>) em 1.000 mL de água.<sup>10</sup> Esta solução  
33 possuía 68,4 mEq/L de sódio (Na<sup>+</sup>), 13,4 mEq/L de potássio (K<sup>+</sup>), 113,9 mEq/L de  
34 cloreto (Cl<sup>-</sup>), 27,2 mEq/L de cálcio (Ca<sup>2+</sup>) e 4,9 mEq/L de magnésio (Mg<sup>2+</sup>) com

1 diferença de íons fortes (SID<sub>5</sub>) efetiva de 0 mmol/L, osmolaridade calculada de 227,8  
2 mOsm/L e osmolaridade mensurada de 194 mOsm/L.

3 Cada indivíduo foi submetido a dois procedimentos de indução de  
4 desidratação com intervalo de sete dias entre eles. A cada vez, empregou-se um dos  
5 dois métodos de hidratação enteral estudados: administração em B por via ororruminal  
6 e administração em FC por via nasoesofageana. Todas as vacas foram hidratadas  
7 com os dois métodos de tratamento, um a cada vez, e a ordem dos tratamentos foi  
8 sorteada.

9 No método de tratamento FC empregou-se o sistema apropriado para a  
10 hidratação enteral em fluxo contínuo (EnterEqui System<sup>®</sup>), o qual é composto por uma  
11 sonda esofágica siliconada com 2 m de comprimento e 10 mm de diâmetro externo,  
12 equipo em espiral e um galão com capacidade de 20 L, erguido por sistema de cordas  
13 e roldanas, que permaneceu fixado no teto da baia. A sondagem nasoesofageana era  
14 realizada e a sonda permanecia no interior do esôfago durante todo o período do  
15 tratamento.<sup>10,11</sup> Para que não se deslocasse, a sonda era mantida fixada ao cabresto  
16 com o auxílio de uma peça metálica em formato de “J”. A administração da solução  
17 eletrolítica teve duração de 12 horas ininterruptas com taxa de infusão de 10 mL/kg/h,  
18 totalizando o volume administrado de 120 mL/kg PC (equivalente a 12% do PC).

19 No método B, a solução eletrolítica foi administrada no interior do rúmen  
20 por meio de sondagem ororruminal utilizando uma sonda de 2,5 metros de  
21 comprimento e 20 mm de diâmetro externo. O volume total administrado também foi  
22 correspondente a 120 mL/kg PC, dividido em duas administrações de 60 mL/kg PC:  
23 início do tratamento (0h) e 6 horas após o início do tratamento (6h).

24 Durante o período destinado à reidratação (0h a 12h), as vacas  
25 permaneceram com restrição hídrica, mas tiveram acesso livre ao volumoso (silagem  
26 de milho). Ao término dos tratamentos, a água foi colocada à disposição em balde  
27 graduado com o objetivo de se mensurar a quantidade ingerida entre 12h e 24h. As  
28 quantidades ingeridas de volumoso entre 0h e 12h, e entre 12h e 24h também foram  
29 mensuradas.

30 Os exames físicos consistiram nas avaliações de frequência cardíaca,  
31 frequência respiratória, temperatura retal, frequência de movimentos ruminais,  
32 coloração de mucosas, turgor de pele e grau de enoftalmia. Foram realizados antes  
33 de iniciar o protocolo de indução de desidratação (-24h), doze horas após (-12h), antes  
34 de iniciar a hidratação (0h), no meio (6h), ao término (12h) e doze horas após o término

1 do tratamento (24h). A pesagem dos animais foi realizada em quatro momentos: -24h,  
2 0h, 12h e 24h. A circunferência abdominal foi mensurada em cinco momentos: -24h,  
3 0h, 6h, 12h e 24h, sendo que, no método de hidratação B, a circunferência abdominal  
4 foi mensurada adicionalmente antes e após a administração da solução eletrolítica.  
5 As amostras de sangue venoso, de urina e de fezes foram colhidas nos seguintes  
6 momentos: -24h, 0h, 6h, 12h e 24h.

7 O sangue foi colhido por punção da veia jugular com agulha (30 × 0,8 mm)  
8 e acondicionado em frascos a vácuo contendo anticoagulante EDTA. Para o exame  
9 hemogasométrico, foram empregadas seringas plásticas de 1 mL, contendo cerca de  
10 0,08 mL (400 UI) de heparina sódica como anticoagulante, acopladas a agulhas  
11 hipodérmicas (30 × 0,8 mm). A urina foi obtida por micção espontânea ou induzida  
12 com massagem da vulva e do períneo. As fezes foram colhidas diretamente do reto  
13 por meio de palpação interna.

14 O volume globular (VG) foi determinado pelo método do microhematócrito  
15 e a concentração de proteína plasmática total (PPT) foi determinada por refratometria  
16 (refratômetro manual portátil, Akrom). Os exames hemogasométricos foram  
17 realizados logo após a colheita e consistiram nas determinações sanguíneas de pH,  
18 pressão parcial de gás carbônico ( $pCO_2$ ), concentração de bicarbonato ( $HCO_3^-$ ),  
19 excesso de bases (BE), e concentrações de sódio ( $Na^+$ ), potássio ( $K^+$ ), cloreto ( $Cl^-$ ),  
20 glicose e lactato L, mensurados pelo método de eletrodos íon seletivos ou calculados  
21 (RapidPoint 500, Siemens). As seguintes variáveis foram calculadas empregando-se  
22 as respectivas fórmulas:

- 23 a) Hiato aniônico (AG):  $AG = (Na^+ + K^+) - (Cl^- + HCO_3^-)$ .  
24 b) Diferença de íons fortes ( $SID_3$ ):  $SID_3 = (Na^+ + K^+) - (Cl^-)$ .  
25 c) Concentração total de ácidos fracos não voláteis ( $A_{tot}$ ):  $(A_{tot}) = PPT \text{ (g/dL)} \times$   
26  $3,6$ .<sup>14</sup>  
27 d) Variação percentual do volume plasmático (VVP):  $VVP = [(PPT_1/PPT_2) - 1] \times$   
28  $100$ .

29 Em que  $PPT_1$  é o valor da PPT observado antes da indução e  $PPT_2$  são os valores da  
30 PPT de cada momento subsequente.<sup>15</sup>

31 A densidade urinária (DU) foi determinada por refratometria (refratômetro  
32 manual portátil, Akrom). O teor de umidade das fezes foi determinado por meio da  
33 desidratação da amostra em estufa, mantendo-se à temperatura de 63°C. Pesagens  
34 foram realizadas a cada 12 horas até a estabilização do peso. Para determinar a

1 porcentagem de umidade foi utilizada a seguinte equação:  $[(\text{peso inicial} - \text{peso final})$   
2  $\div (\text{peso inicial})] \times 100$ .

3 Os testes de Shapiro-Wilk e de Brown-Forsythe foram empregados para  
4 verificar a distribuição gaussiana e a igualdade de variância, respectivamente. A  
5 análise de variância de medidas repetidas bifatorial foi empregada para testar o efeito  
6 do fator tempo (diferentes momentos antes e após a administração da solução), do  
7 fator método de tratamento (FC  $\times$  B) e da interação entre os dois fatores. Quando a  
8 estatística F resultou significativa, o teste de Tukey foi empregado para comparação  
9 entre as médias. O teste t foi usado para comparar a ingestão de volumoso (0h a 12h  
10 e 12h a 24h) e a ingestão de água (12h a 24h) nos dois métodos de tratamento. As  
11 variáveis estão apresentadas como média e desvio padrão. O programa SigmaPlot  
12 para Windows 13.1 (Systat Software Inc., San Jose, Califórnia) foi usado para todas  
13 as análises e admitiu-se a probabilidade de erro de 5%.

14

## 15 **Resultados**

16 Com o protocolo de indução de desidratação, no momento 0h foram  
17 observadas elevações do grau de enoftalmia, do tempo de turgor de pele (Figura 1),  
18 e dos valores de VG, AG,  $A_{\text{tot}}$ , glicose, lactato L (Figura 2), pH,  $p\text{CO}_2$ ,  $\text{HCO}_3^-$ , BE,  $\text{Na}^+$   
19 e  $\text{SID}_3$  (Figura 3), e diminuições dos valores de PC, circunferência abdominal,  
20 umidade das fezes (Figura 1), VVP (Figura 2) e  $\text{Cl}^-$  (Figura 3). A concentração de  $\text{K}^+$   
21 manteve-se (Figura 3) e a DU se elevou no método de hidratação FC, mas se manteve  
22 no método de hidratação B (Figura 1). A única diferença entre os métodos de  
23 hidratação foi observada em -24h para a DU (Figura 1).

24 Com a hidratação, o tempo de turgor de pele se restabeleceu em 6h e o  
25 PC, a circunferência abdominal, o grau de enoftalmia, a umidade das fezes e a DU  
26 retornaram aos valores basais em 12h (Figura 1). Os valores de glicose e de lactato L  
27 retornaram aos originais em 6h e os de VG, VVP, AG e  $A_{\text{tot}}$  em 12h (Figura 2). O  
28 retorno aos valores basais ocorreu em 6h para  $\text{Cl}^-$ , em 12h para pH,  $p\text{CO}_2$ ,  $\text{HCO}_3^-$  e  
29 BE, e em 24h para  $\text{Na}^+$  e  $\text{SID}_3$  (Figura 3). A concentração de  $\text{K}^+$  foi menor do que a  
30 basal em 6h. Entre 12h e 24h os valores das variáveis estudadas se mantiveram,  
31 exceto os de PC e pH que diminuíram e o de  $\text{Cl}^-$  que aumentou.

32 Os dois métodos de hidratação utilizados promoveram resultados similares.  
33 O efeito isolado de método foi significativo somente para pH e BE (Figura 3), e a  
34 interação foi observada somente para PC, DU e  $A_{\text{tot}}$ . Em 12h, o PC foi 7 kg maior, em

1 média, quando as vacas receberam hidratação por FC (Figura 1). Em 6h, a VVP foi  
2 maior e o  $A_{tot}$  foi menor quando as vacas receberam hidratação em B (Figura 2). Com  
3 a hidratação em FC, valores maiores foram observados para  $Na^+$  em 6h e para BE em  
4 12h e 24h (Figura 3).

5 A quantidade de volumoso ingerida voluntariamente durante o período de  
6 hidratação (0h a 12h) não diferiu entre os dois métodos (FC:  $9,06 \pm 8,04$  kg e B:  $10,50$   
7  $\pm 7,82$  kg;  $P = 0,722$ ). O mesmo aconteceu entre 12h e 24h (FC:  $5,00 \pm 1,64$  kg e B:  
8  $5,12 \pm 2,93$  kg;  $P = 0,918$ ). A quantidade de água ingerida após o período de  
9 hidratação (12h a 24h) também foi semelhante entre os métodos (FC:  $6,62 \pm 5,67$  L e  
10 B:  $6,18 \pm 4,91$  L;  $P = 0,871$ ). Imediatamente após a hidratação em B, a circunferência  
11 abdominal aumentou  $11,8 \pm 7,75$  cm e  $8,00 \pm 3,16$  cm, em 0h e 6h, respectivamente.

12 A frequência cardíaca exibiu valores médios entre 63,5 e 74,5 bpm sem  
13 diferença entre os momentos ( $P = 0,085$ ) ou entre os métodos de hidratação ( $P =$   
14  $0,643$ ). A frequência respiratória apresentou valores médios entre 28,5 e 38,0 mpm e  
15 não diferiu entre momentos ( $P = 0,051$ ) ou entre os tratamentos ( $P = 0,736$ ). A  
16 temperatura variou entre 38,2 e 38,8, não diferiu entre os métodos de hidratação ( $P =$   
17  $0,235$ ) e diferiu entre os momentos, com valores mais elevados em -12h e 12h ( $P =$   
18  $0,001$ ). A frequência dos movimentos ruminais ficou diminuída entre -12h e 6h (3,0 a  
19 4,1 em 5 minutos) e retornou aos valores basais a partir de 12h (4,4 a 6,4 em 5  
20 minutos) ( $P < 0,001$ ), sem distinção entre os métodos de hidratação ( $P = 0,153$ ).

21

22

23

24

25

26

27

28

29

30

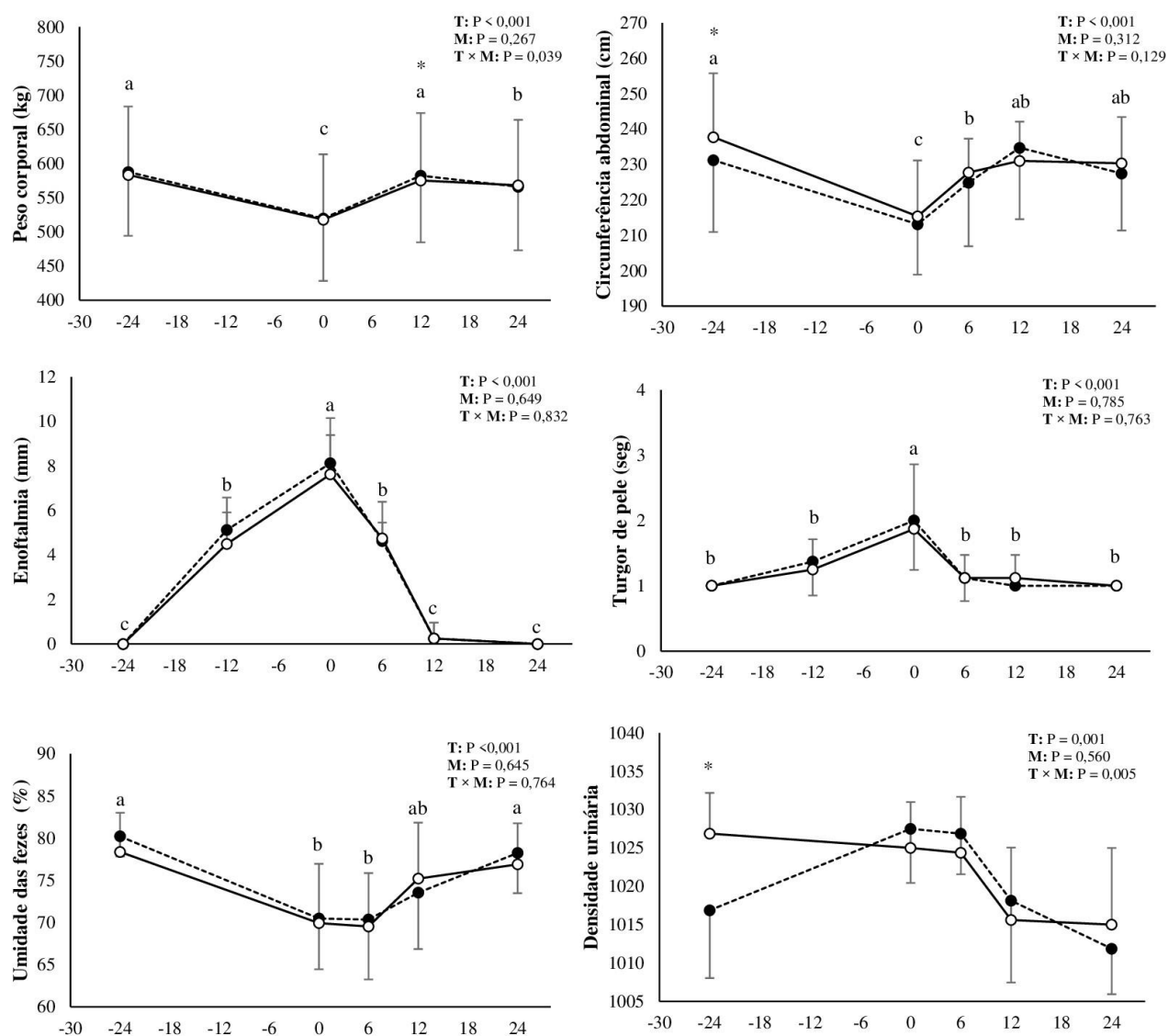
31

32

33

34

1 **Figura 1** - Variações (média e DP) do peso corporal (PC), circunferência abdominal, enoftalmia, turgor de pele, teor de umidade das fezes e densidade urinária de vacas  
 2 enoftalmia, turgor de pele, teor de umidade das fezes e densidade urinária de vacas  
 3 com desidratação induzida (-24h a 0h) e tratadas com hidratação enteral (120 mL/kg  
 4 PV) administrado em fluxo contínuo (---●---) entre 0h e 12h, ou em duas administrações  
 5 em bólus (—○—), às 0h e 6h. T = efeito do tempo; M = efeito do método de hidratação;  
 6 T × M = interação entre tempo e método. <sup>a,b,c</sup> letras diferentes significam diferença  
 7 entre os momentos ( $P < 0,05$ ). \* significa diferença entre os métodos de hidratação ( $P$   
 8  $< 0,05$ ).  
 9



10

11

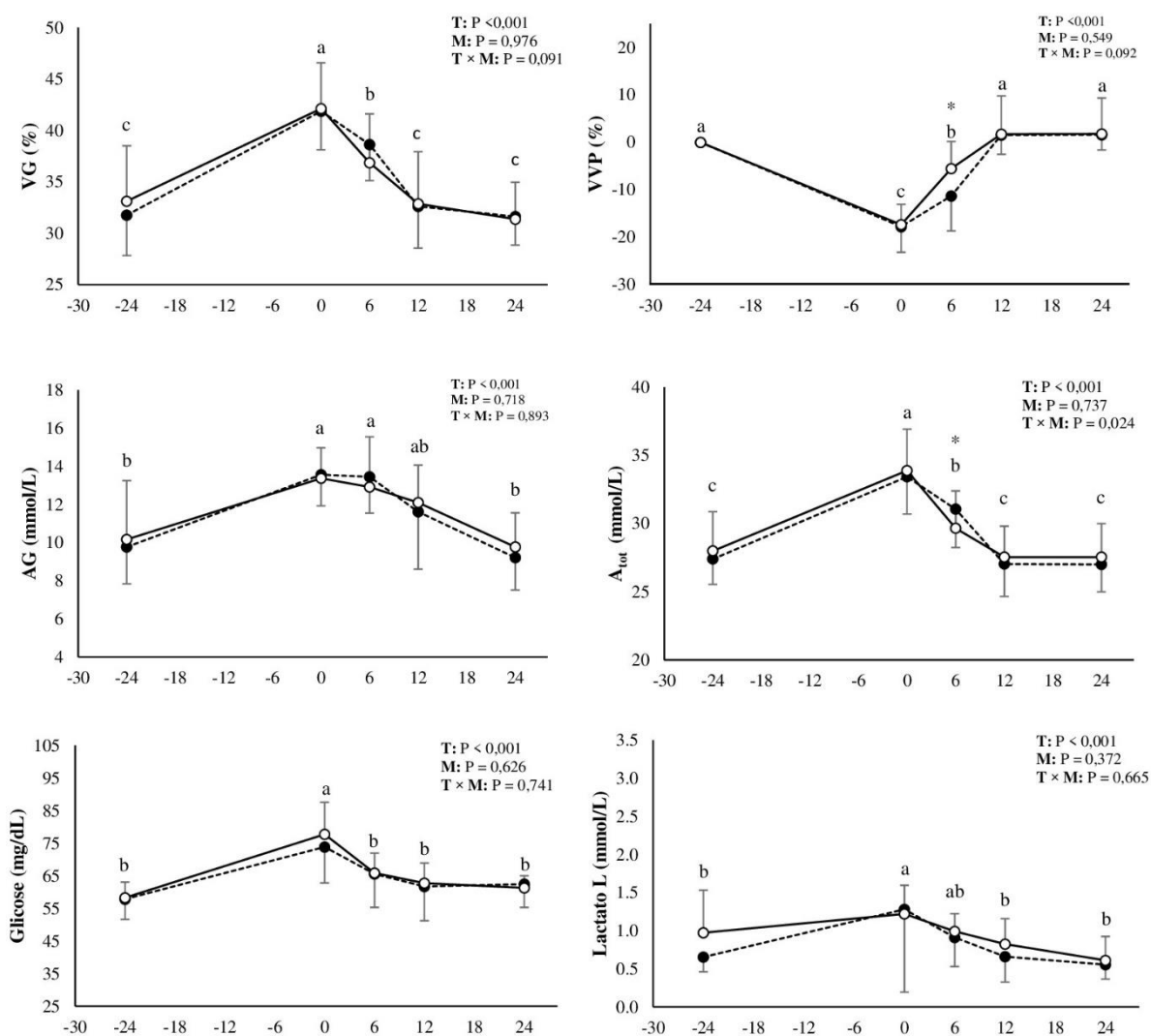
12

13

14

15

1 **Figura 2:** Variações (média e DP) do volume globular (VG), variação percentual no  
 2 volume plasmático (VVP), hiato aniônico (AG), concentração total de ácidos fracos  
 3 não voláteis ( $A_{tot}$ ) e concentrações plasmáticas de glicose e L-lactato de vacas com  
 4 desidratação induzida (-24h a 0h) e tratada com hidratação enteral (120 mL/kg PC)  
 5 administrada em fluxo contínuo (---●---) entre 0h e 12h, ou em duas administrações em  
 6 bólus (—○—), às 0h e 6h. T = efeito do tempo; M = efeito do método de hidratação; T ×  
 7 M = interação entre tempo e método. <sup>a,b,c</sup> letras diferentes significam diferença entre  
 8 os momentos ( $P < 0,05$ ). \* significa diferença entre os métodos de hidratação ( $P <$   
 9  $0,05$ ).  
 10



11

12

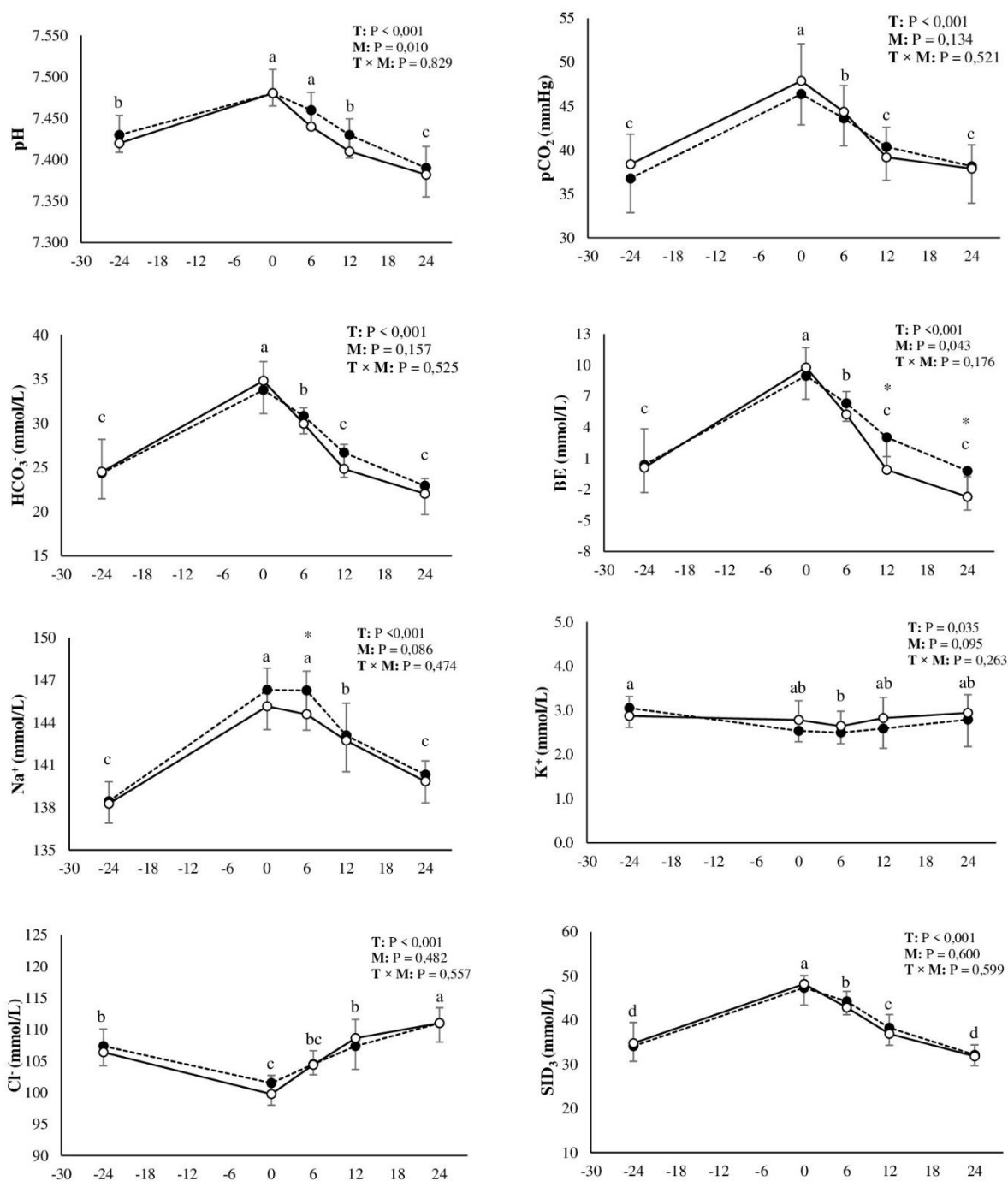
13

14

15

16

1 **Figura 3:** Variações (média e DP) de pH, pCO<sub>2</sub>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, BE, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup> e diferença  
 2 de íons fortes (SID<sub>3</sub>) em amostras de sangue venoso de vacas com desidratação  
 3 induzida (-24h a 0h) e tratadas com hidratação enteral (120 mL/kg PC) administrado  
 4 em fluxo contínuo (---○---) entre 0h e 12h, ou em duas administrações em bólus (—●—),  
 5 às 0h e 6h. T = efeito do tempo; M = efeito do método de hidratação; T × M = interação  
 6 entre tempo e método. <sup>a,b,c,d</sup> letras diferentes significam diferença entre os momentos  
 7 (P < 0,05). \* significa diferença entre os métodos de hidratação (P < 0,05).



## 1 **Discussão**

2 O protocolo de indução de desidratação foi eficaz e provocou alterações  
3 que se repetiram nas duas vezes em que foi aplicado. As vacas apresentaram  
4 desidratação moderada, o que pode ser confirmado pela diminuição do PC, pela  
5 redução do volume plasmático, pelo aparecimento e agravamento de enoftalmia e  
6 pela elevação do VG. Apesar de o tempo de turgor de pele não ter se elevado  
7 marcadamente, o grau de enoftalmia alcançou 7 a 8 mm, o que em bezeros é  
8 indicativo de desidratação intensa.<sup>2</sup> O desequilíbrio hídrico induzido nas vacas  
9 estudadas foi mais acentuado do que os observados em estudos prévios que  
10 induziram desidratação em bovinos adultos.<sup>10,12,13</sup> Isto pode ser explicado pelas  
11 diferenças nos protocolos de indução empregados nestes estudos. As restrições  
12 hídrica e alimentar por 24 horas também foram adotadas, mas a dose total de  
13 furosemida utilizada foi maior no presente estudo.

14 Os desequilíbrios eletrolíticos e ácido base induzidos caracterizaram-se por  
15 alteração da relação entre  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$ , expressa pela elevação da  $\text{SID}_3$ , e por alcalose  
16 metabólica com hipercapnia compensatória. Com base na teoria dos íons fortes, a  
17 hipocloremia relativa deve ser considerada o desequilíbrio primário e a alcalose  
18 metabólica ocorreu como consequência.<sup>16,17</sup> O desequilíbrio eletrolítico instalado pode  
19 ser atribuído aos efeitos da furosemida sobre o néfron. Este fármaco diurético atua  
20 diretamente na função tubular renal, induzindo aumento da excreção urinária de  $\text{Na}^+$ ,  
21  $\text{K}^+$  e  $\text{Cl}^-$ , com o efeito clorurético mais acentuado do que o natriurético, o que acaba  
22 provocando alcalose metabólica hipoclorêmica.<sup>18,19</sup> O desequilíbrio na relação entre  
23  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$  provocado nas vacas estudadas foi parecido com o observado em estudos  
24 prévios que também utilizaram furosemida para induzir desidratação em bovinos  
25 adultos.<sup>12,13</sup> É relevante mencionar que a alcalose metabólica hipoclorêmica é o  
26 desequilíbrio natural mais comumente observado em bovinos não lactentes  
27 desidratados acometidos por diferentes enfermidades.<sup>2,1</sup>

28 Ambos os métodos testados para administração de fluidos foram eficientes  
29 para corrigir a desidratação, com resultados equivalentes e pouca distinção entre eles.  
30 Ao término da hidratação (12h) o PC foi recuperado, a enoftalmia foi revertida e o  
31 turgor de pele foi restabelecido, assim como o teor de umidade das fezes e a DU. A  
32 correção da hemoconcentração foi comprovada com a elevação da VVP e com o  
33 retorno de VG, AG,  $A_{\text{tot}}$ , glicose e lactato L aos valores basais. Estes resultados são,  
34 de forma geral, compatíveis com os observados em estudos prévios com

1 administração enteral de soluções eletrolíticas em FC e volume semelhante ao  
2 utilizado no presente estudo.<sup>10,13</sup> De acordo com os valores maiores de VVP e  
3 menores de  $A_{tot}$  observados na metade do período de tratamento (6h), pode-se afirmar  
4 que a hidratação em B promoveu incremento do volume plasmático mais rapidamente  
5 do que a hidratação em FC.

6 A hipocloremia relativa e o estado de alcalose metabólica também foram  
7 revertidos com os dois métodos de hidratação empregados. O retorno aos valores  
8 basais ocorreu ao final do período de tratamento (12h) para o pH,  $pCO_2$ ,  $HCO_3^-$ , BE e  
9  $Cl^-$  e 12 horas mais tarde para o  $Na^+$  e a  $SID_3$ . A solução eletrolítica administrada no  
10 presente estudo possui, portanto, propriedade acidificante, o que já foi demonstrado  
11 anteriormente,<sup>10</sup> e se justifica pela sua concentração elevada de  $Cl^-$  e pela sua  $SID$   
12 efetiva reduzida.<sup>16,2</sup> O efeito acidificante ocorreu independentemente do método de  
13 hidratação empregado e as únicas diferenças entre os tratamentos foram observadas  
14 para o  $Na^+$  e para o BE. Os valores mais baixos de  $Na^+$  na metade do período de  
15 tratamento (6h) podem indicar que a hidratação em B promoveu hemodiluição mais  
16 rápida. Os valores mais baixos de BE constatados ao término da hidratação (12h)  
17 indicam que a administração em B acidificou mais rapidamente. A diferença entre os  
18 tratamentos observada para o valor do BE às 24h carece de explicação lógica.

19 Comparados aos valores basais, o pH reduziu e a concentração de  $Cl^-$  se  
20 elevou entre o momento final do tratamento (12h) e doze horas após (24h), o que  
21 comprova que os efeitos provocados pela solução eletrolítica utilizada ainda se  
22 intensificaram após o término da hidratação. Isto indica que o volume administrado,  
23 correspondente a 12% do PC original, foi ligeiramente superior ao que seria  
24 necessário para reverter a desidratação. De fato, as vacas estudadas apresentaram  
25 redução média de 11% do PC após o período de indução, mas isto não representa  
26 exclusivamente a desidratação uma vez que foram submetidas à restrição alimentar  
27 por 24 horas também. A redução da circunferência abdominal comprova que houve  
28 redução do grau de enchimento do rúmen com ingesta e isto contribuiu para a perda  
29 de peso.

30 A colocação da sonda nasoesofageana de pequeno calibre e a sua  
31 manutenção fixada no método de hidratação em FC foram executadas com facilidade  
32 e as vacas não apresentaram intolerância aparente, comportamento semelhante ao  
33 dos bovinos adultos submetidos ao mesmo procedimento em estudos prévios.<sup>10,11,12,13</sup>  
34 Durante todo o período de hidratação, as vacas movimentaram-se livremente na baia,

1 deitaram e levantaram espontaneamente, e permaneceram alertas sem apresentar  
2 qualquer comportamento que indicasse desconforto. Isto sugere que o incômodo  
3 causado pela permanência da sonda ocupando espaço na cavidade nasal, na  
4 nasofaringe e no esôfago foi mínimo ou inexistente. A presença da sonda também não  
5 interferiu com a ingestão de volumoso, o que poderia ser apontado como um fator de  
6 restrição. Apesar de as vacas apresentarem atividade de ruminação infrequente  
7 durante o período do tratamento, devido, provavelmente, à hipomotilidade  
8 reticulorruminal e ao menor grau de enchimento ruminal com ingesta, a permanência  
9 da sonda também não comprometeu a ruminação.

10 Todas estas evidências reforçam que o método de hidratação em FC é  
11 viável e seguro, permitindo a reposição de fluidos e de eletrólitos de maneira gradativa  
12 e contínua, com taxa de administração definida de acordo com a necessidade de cada  
13 caso. Como limitações podem-se apontar a necessidade de aquisição do sistema de  
14 infusão apropriado para realização do procedimento, a necessidade de permanência  
15 do bovino confinado em uma baia, e a da vigilância periódica para identificar e  
16 solucionar problemas de interrupção do fluxo. A obliteração da sonda com  
17 componentes da ingesta fibrosa pré-estomacal é a causa mais importante de  
18 interrupção do fluxo e ocorreu em três das oito vacas incluídas no estudo. Para  
19 diminuir o risco desta situação indesejada, a extremidade da sonda deve ser mantida  
20 no terço distal do esôfago sem ultrapassar o cárdia.

21 O método de hidratação em B é, por outro lado, muito mais prático e fácil  
22 de ser realizado na rotina clínica, principalmente nos atendimentos a campo. O fato  
23 de a solução eletrolítica ser administrada de uma vez em volumes maiores, ao invés  
24 de gradativamente, pode ser considerado como inconveniente, pois poderia provocar  
25 distensão reticulorruminal aguda e impactos de maior magnitude sobre os equilíbrios  
26 hídrico, eletrolítico e ácido base devido à absorção rápida da água e dos eletrólitos.  
27 Estas hipóteses foram refutadas com o presente estudo. O aumento discreto da  
28 circunferência abdominal observado logo após a administração em B comprova que a  
29 dilatação reticulorruminal foi pequena com a administração de volume correspondente  
30 a 6% do PC.

31 A administração em B pode ser considerada, portanto, a primeira escolha  
32 para a hidratação enteral em bovinos adultos. A administração em FC será necessária,  
33 contudo, nos casos em que houver dilatação ruminal acentuada com ingesta  
34 compactada ou não, e nos casos em que a hidratação em B provoque refluxo da

1 solução eletrolítica durante a sua administração. Esta última condição aconteceu em  
2 uma das vacas incluídas no estudo e motivou a sua exclusão.

3

#### 4 **Conclusão**

5           Pode-se concluir que a hidratação enteral em FC administrada por sonda  
6 nasoesofageana é tão eficaz quanto a hidratação enteral em B administrada por sonda  
7 ororruminal para reverter a desidratação e os desequilíbrios eletrolíticos e ácido base  
8 em bovinos adultos. Entretanto, devido a sua praticidade e rapidez na execução, além  
9 de dispensar a necessidade do monitoramento do paciente e dispor do material para  
10 realizar a hidratação enteral em FC, a hidratação enteral em B pode ser a modalidade  
11 mais indicada.

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24

25

26

27

28

29

30

31

32

33

34

## 1 REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- 2  
3 1. Roussel AJ. Fluid Therapy in Mature Cattle. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 2014;30(2):429-439.
- 4  
5  
6 2. Constable PD, Trefz FM, Sen I, et al. Intravenous and Oral Fluid Therapy in  
7 Neonatal Calves with Diarrhea or Sepsis and in Adult Cattle. *Frontiers In*  
8 *Veterinary Science*, 2021;7:1-29.
- 9  
10 3. González-Montaña JR, Martin MJ, Alonso P. Aspect and Current Fluid Therapy  
11 in Cattle with Digestive Diseases. *American Journal of Animal and Veterinary*  
12 *Sciences*, 2017;12(3):111-131.
- 13  
14 4. Avanza MFB, Ribeiro Filho JD, Lopes MAF, et al. Hidratação enteral em  
15 equinos - solução eletrolítica associada ou não à glicose, à maltodextrina e ao  
16 sulfato de magnésio: resultados de laboratório. *Ciência Rural*,  
17 2009;39(4):1116-1123.
- 18  
19 5. Lopes MA, Walker BL, White NA, et al. Treatments to promote colonic hydration:  
20 enteral fluid therapy versus intravenous fluid therapy and magnesium sulphate.  
21 *Equine Vet J*, 2002;34(5):505-9.
- 22  
23 6. Lopes MA, White NA, Donaldson L, et al. Effects of enteral and intravenous fluid  
24 therapy, magnesium sulfate, and sodium sulfate on colonic contents and feces  
25 in horses. *Am J Vet Res*, 2004;65(5):695-704.
- 26  
27 7. Ribeiro Filho JD, Pessin AE, Fonseca LA, et al. Enteral Fluid Therapy in Horses:  
28 effects of maintenance hypotonic electrolyte solutions containing maltodextrin,  
29 sucrose, or dextrose administered in continuous flow. *Journal Of Equine*  
30 *Veterinary Science*, 2016;50:96-101.
- 31  
32 8. Dias DCR, Ribeiro Filho JD, Viana RB, et al. Comparative Trial of Continuous  
33 Flow Enteral and Intravenous Fluid Therapy in Horses. *Frontiers In Veterinary*  
34 *Science*, 2021; 8:1-10.
- 35  
36 9. Silanikove NI, Tadmor AM. Rumen volume, saliva flow rate, and systemic  
37 fluid homeostasis in dehydrated cattle. *Am J Physiol*, 1989;256:809-15.
- 38  
39 10. Alves SR, Avanza MFB, Silva MO, et al. Two enteral solutions with different  
40 chloride concentrations administered by naso-ruminal route for fluid therapy in  
41 adult cattle. *Ciência Rural*, 2019. 49(8):6.
- 42  
43 11. Ermita PAN, Ribeiro Filho JD, Viana RB, et al. Enteral fluid therapy administered  
44 in continuous flow by naso-ruminal route using three maintenance electrolyte  
45 solutions: effects on physiological biomarkers and the hemogram of bovines.  
46 *Ciência Rural*, 2018;48(8):7.
- 47  
48 12. Ribeiro Filho JD, Gimenes AM, Fonseca EF, et al. Hidratação enteral em  
49 bovinos: avaliação de soluções eletrolíticas isotônicas administradas por sonda  
50 nasogástrica em fluxo contínuo. *Ciência Rural*, 2011;41(2):285-290.

- 1 13. Ribeiro Filho JD, Avanza MFB, Baptista Filho LCF, et al. Avaliação de solução  
2 eletrolítica isotônica administrada por sonda nasogástrica em bovinos adultos  
3 hígidos ou desidratados experimentalmente. *Veterinária e Zootecnia*,  
4 2013;20(3):9-16.  
5
- 6 14. Constable PD. Calculation of variables describing plasma nonvolatile weak  
7 acids for use in the strong ion approach to acid-base balance in cattle. *Am. J.*  
8 *Vet. Res.* 2002;63(4):482–490.  
9
- 10 15. Carlson GP, Bruss ML. Fluid, electrolyte, and acid-base balance, In: Kaneko JJ,  
11 Harvey JW, Bruss ML, editors. *Clinical Biochemistry of Domestic Animals*. 6nd  
12 ed. London: Elsevier; 2008: 529–559.  
13
- 14 16. Constable PD. Acid-base assessment: when and how to apply the Henderson-  
15 Hasselbalch equation and strong ion difference theory. *Vet. Clin. North Am.*  
16 *Food Anim. Pract.* 2014; 30:295–316.  
17
- 18 17. Stewart PA. Modern quantitative acid-base chemistry. *Canadian Journal of*  
19 *Physiology and Pharmacology*, 1983;61(12):1444–1461.
- 20 18. Freestone JF, Carlson GP, Harrold DR, et al. Influence of furosemide treatment  
21 on fluid and electrolyte balance in horses. *Am J Vet Res*, 1988;49(11):1899-  
22 902.  
23
- 24 19. Freestone JF, Carlson GP, Harrold DR, et al. Furosemide and sodium  
25 bicarbonate-induced alkalosis in the horse and response to oral KCl or NaCl  
26 therapy. *Am J Vet Res*; 1989;50(8):1334-9.  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38  
39  
40

## 1 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPECTIVAS FUTURAS

2 Ambos os métodos de hidratação enteral testados nesse estudo são  
3 viáveis e seguros, sendo que a hidratação enteral em B é tão eficaz quanto a  
4 hidratação em FC para reverter a desidratação e os desequilíbrios eletrolíticos e ácido  
5 base em bovinos adultos.

6 Apesar da administração em FC ser indicada nos casos em que  
7 houver dilatação ruminal acentuada com ingesta compactada ou não, ou nos casos  
8 em que a hidratação em B provoque refluxo da solução eletrolítica durante a sua  
9 administração, devido a maior rapidez e praticidade da administração em B, essa  
10 técnica pode ser considerada mais vantajosa e apontada como primeira escolha,  
11 principalmente em atendimentos à campo.

12 Estudos futuros podem ser realizados na rotina clínica comparando  
13 as duas técnicas de hidratação enteral em bovinos adultos acometidos por  
14 enfermidades que culminem em desidratação e desequilíbrios eletrolíticos e ácido  
15 base, uma vez que a correção desses desequilíbrios em organismos alterados pode  
16 diferir entre as técnicas, principalmente na rapidez, do que sobre organismos hígidos  
17 desidratados experimentalmente.

18 A comparação entre as duas técnicas foi realizada em bovinos  
19 adultos, recomendando-se também compará-las em outras espécies de ruminantes  
20 como caprinos, ovinos, bezerros e búfalos, as quais ainda carecem de estudos de  
21 aplicação comparativa de ambas as técnicas de hidratação enteral em B e em FC.

22

23

24

25

26

27

28

29

30

31

32

33

34

35

36

37

38

## 1 8 CONCLUSÃO

2                   Pode-se concluir que a hidratação enteral em FC administrada por  
3 sonda nasoesofageana é tão eficaz quanto a hidratação enteral em B administrada  
4 por sonda ororruminal para reverter a desidratação e os desequilíbrios eletrolíticos e  
5 ácido base em bovinos adultos. Entretanto, devido a sua praticidade e rapidez na  
6 execução, além de dispensar a necessidade do monitoramento do paciente e dispor  
7 do material para realizar a hidratação enteral em FC, a hidratação enteral em B pode  
8 ser a modalidade mais indicada.

9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25

## APÊNDICES

## APÊNDICE A

Tabelas complementares ao artigo “Hidratação enteral em vacas: comparação entre administração em fluxo contínuo e em bólus.”

**Tabela 1** - Valores (média  $\pm$  desvio padrão) de frequência cardíaca, frequência respiratória, temperatura, movimentos ruminais, turgor de pele, enoftalmia e circunferência abdominal de vacas com desidratação induzida (-24h a 0h) e tratadas com hidratação enteral (120 mL/kg PV) administrada em fluxo contínuo entre 0h e 12h, ou em dois bólus, às 0h e 6h. T = efeito do tempo; M = efeito do método de hidratação; T  $\times$  M = interação entre tempo e método.

	-24h	-12h	0h	6h	12h	24h	P tempo	P método	P interação
Frequência cardíaca (bpm)									
FC	70,50 $\pm$ 9,30 <sup>Aa</sup>	74,50 $\pm$ 18,38 <sup>Aa</sup>	70,50 $\pm$ 10,67 <sup>Aa</sup>	69,50 $\pm$ 10,46 <sup>Aa</sup>	72,50 $\pm$ 9,89 <sup>Aa</sup>	63,50 $\pm$ 9,18 <sup>Aa</sup>	0,085	0,643	0,250
B	66,50 $\pm$ 10,67 <sup>Aa</sup>	69,25 $\pm$ 17,40 <sup>Aa</sup>	71,50 $\pm$ 16,62 <sup>Aa</sup>	72,00 $\pm$ 13,85 <sup>Aa</sup>	68,50 $\pm$ 12,54 <sup>Aa</sup>	66,75 $\pm$ 12,13 <sup>Aa</sup>			
Frequência respiratória (mrpm)									
FC	37,00 $\pm$ 9,73 <sup>Aa</sup>	33,50 $\pm$ 10,01 <sup>Aa</sup>	28,50 $\pm$ 3,96 <sup>Aa</sup>	36,00 $\pm$ 8,00 <sup>Aa</sup>	34,00 $\pm$ 10,69 <sup>Aa</sup>	34,00 $\pm$ 5,23 <sup>Aa</sup>	0,051	0,736	0,685
B	34,75 $\pm$ 6,13 <sup>Aa</sup>	31,00 $\pm$ 8,48 <sup>Aa</sup>	31,50 $\pm$ 5,42 <sup>Aa</sup>	38,00 $\pm$ 13,00 <sup>Aa</sup>	30,75 $\pm$ 5,94 <sup>Aa</sup>	33,00 $\pm$ 7,92 <sup>Aa</sup>			
Temperatura (°C)									
FC	38,27 $\pm$ 0,66 <sup>Aa</sup>	38,78 $\pm$ 0,41 <sup>Aa</sup>	38,18 $\pm$ 0,21 <sup>Aa</sup>	38,53 $\pm$ 0,26 <sup>Aa</sup>	38,58 $\pm$ 0,32 <sup>Aa</sup>	38,26 $\pm$ 0,38 <sup>Aa</sup>	0,001	0,235	0,817
B	38,50 $\pm$ 0,75 <sup>Aabc</sup>	38,85 $\pm$ 0,32 <sup>Aab</sup>	38,25 $\pm$ 0,35 <sup>Abc</sup>	38,53 $\pm$ 0,19 <sup>Aabc</sup>	38,87 $\pm$ 0,64 <sup>Aa</sup>	38,21 $\pm$ 0,34 <sup>Ac</sup>			
Movimentos Ruminais (/5 min)									
FC	6,37 $\pm$ 1,18 <sup>Aa</sup>	4,12 $\pm$ 1,72 <sup>Abc</sup>	3,12 $\pm$ 1,12 <sup>Ac</sup>	3,50 $\pm$ 1,69 <sup>Ac</sup>	5,87 $\pm$ 2,16 <sup>Aab</sup>	5,87 $\pm$ 2,16 <sup>Aab</sup>	<0,001	0,153	0,156
B	5,50 $\pm$ 1,69 <sup>Aa</sup>	3,37 $\pm$ 1,59 <sup>Abc</sup>	3,00 $\pm$ 1,41 <sup>Ac</sup>	3,87 $\pm$ 2,23 <sup>Aabc</sup>	4,37 $\pm$ 2,26 <sup>Babc</sup>	4,87 $\pm$ 2,16 <sup>Aab</sup>			
Turgor de pele (seg)									
FC	1,00 $\pm$ 0 <sup>Ab</sup>	1,37 $\pm$ 0,51 <sup>Ab</sup>	2,00 $\pm$ 0,75 <sup>Aa</sup>	1,12 $\pm$ 0,35 <sup>Ab</sup>	1,00 $\pm$ 0 <sup>Ab</sup>	1,00 $\pm$ 0 <sup>Ab</sup>	<0,001	0,785	0,763
B	1,00 $\pm$ 0 <sup>Ab</sup>	1,25 $\pm$ 0,46 <sup>Ab</sup>	1,87 $\pm$ 0,99 <sup>Aa</sup>	1,12 $\pm$ 0,35 <sup>Ab</sup>	1,12 $\pm$ 0,35 <sup>Ab</sup>	1,00 $\pm$ 0 <sup>Ab</sup>			
Enoftalmia (mm)									
FC	0 $\pm$ 0 <sup>Ac</sup>	5,12 $\pm$ 1,45 <sup>Ab</sup>	8,12 $\pm$ 2,03 <sup>Aa</sup>	4,62 $\pm$ 1,76 <sup>Ab</sup>	0,25 $\pm$ 0,70 <sup>Ac</sup>	0 $\pm$ 0 <sup>Ac</sup>	<0,001	0,649	0,832
B	0 $\pm$ 0 <sup>Ac</sup>	4,50 $\pm$ 1,41 <sup>Ab</sup>	7,62 $\pm$ 1,76 <sup>Aa</sup>	4,75 $\pm$ 0,70 <sup>Ab</sup>	0,25 $\pm$ 0,70 <sup>Ac</sup>	0 $\pm$ 0 <sup>Ac</sup>			
Circunferência abdominal (cm)									
FC	231,25 $\pm$ 20,31 <sup>Bab</sup>	-	213,12 $\pm$ 14,21 <sup>Ac</sup>	224,87 $\pm$ 17,96 <sup>Abc</sup>	234,75 $\pm$ 20,19 <sup>Aa</sup>	227,50 $\pm$ 16,12 <sup>Aab</sup>	<0,001	0,312	0,129
B	237,75 $\pm$ 18,01 <sup>Aa</sup>	-	215,37 $\pm$ 15,78 <sup>Ac</sup>	227,75 $\pm$ 9,55 <sup>Ab</sup>	231,00 $\pm$ 11,10 <sup>Aab</sup>	230,37 $\pm$ 13,04 <sup>Aab</sup>			

<sup>A,B</sup> Letras maiúsculas diferentes representam diferença entre os tratamentos (P < 0,05)

<sup>a,b,c</sup> Letras minúsculas diferentes representam diferença entre os momentos (P < 0,05)

**Tabela 2** - Valores (média  $\pm$  desvio padrão) do volume globular (VG), proteína plasmática total (PPT), variação percentual do volume plasmático (VVP), umidade das fezes, densidade urinária e peso corporal de vacas com desidratação induzida (-24h a 0h) e tratadas com hidratação enteral (120 mL/kg PV) administrada em fluxo contínuo entre 0h e 12h, ou em dois bólus, às 0h e 6h. T = efeito do tempo; M = efeito do método de hidratação; T  $\times$  M = interação entre tempo e método.

	-24h	0h	6h	12h	24h	P tempo	P método	P interação
			VG (%)					
FC	31,75 $\pm$ 3,91 <sup>Ac</sup>	41,87 $\pm$ 3,75 <sup>Aa</sup>	38,62 $\pm$ 3,50 <sup>Ab</sup>	32,62 $\pm$ 4,06 <sup>Ac</sup>	31,62 $\pm$ 2,77 <sup>Ac</sup>	<0,001	0,976	0,091
B	33,12 $\pm$ 5,38 <sup>Ac</sup>	42,12 $\pm$ 4,45 <sup>Aa</sup>	36,87 $\pm$ 4,73 <sup>Ab</sup>	32,87 $\pm$ 5,05 <sup>Ac</sup>	31,37 $\pm$ 3,58 <sup>Ac</sup>			
			PPT (g/dL)					
FC	7,61 $\pm$ 0,51 <sup>Ac</sup>	9,28 $\pm$ 0,75 <sup>Aa</sup>	8,62 $\pm$ 0,77 <sup>Ab</sup>	7,51 $\pm$ 0,66 <sup>Ac</sup>	7,50 $\pm$ 0,55 <sup>Ac</sup>	<0,001	0,737	0,024
B	7,77 $\pm$ 0,79 <sup>Ac</sup>	9,41 $\pm$ 0,84 <sup>Aa</sup>	8,23 $\pm$ 0,76 <sup>Bb</sup>	7,65 $\pm$ 0,63 <sup>Ac</sup>	7,65 $\pm$ 0,68 <sup>Ac</sup>			
			VVP (%)					
FC	0 $\pm$ 0 <sup>Aa</sup>	-17,79 $\pm$ 5,40 <sup>Ac</sup>	-11,31 $\pm$ 7,39 <sup>Bb</sup>	1,54 $\pm$ 4,07 <sup>Aa</sup>	1,59 $\pm$ 3,21 <sup>Aa</sup>	<0,001	0,549	0,092
B	0 $\pm$ 0 <sup>Aa</sup>	-17,38 $\pm$ 4,28 <sup>Ac</sup>	-5,53 $\pm$ 5,70 <sup>Ab</sup>	1,73 $\pm$ 8,03 <sup>Aa</sup>	1,78 $\pm$ 7,55 <sup>Aa</sup>			
			Umidade das fezes (%)					
FC	80,20 $\pm$ 2,38 <sup>Aa</sup>	70,47 $\pm$ 6,01 <sup>Ac</sup>	70,34 $\pm$ 7,09 <sup>Ac</sup>	73,53 $\pm$ 6,68 <sup>Abc</sup>	78,24 $\pm$ 4,77 <sup>Aab</sup>	<0,001	0,645	0,764
B	78,36 $\pm$ 4,64 <sup>Aa</sup>	69,91 $\pm$ 7,03 <sup>Ab</sup>	69,52 $\pm$ 6,33 <sup>Ab</sup>	75,20 $\pm$ 6,62 <sup>Aab</sup>	76,89 $\pm$ 4,85 <sup>Aa</sup>			
			Densidade urinária					
FC	1016,87 $\pm$ 8,83 <sup>Bbc</sup>	1027,50 $\pm$ 7,07 <sup>Aa</sup>	1026,87 $\pm$ 5,30 <sup>Aab</sup>	1018,12 $\pm$ 10,6 <sup>Aabc</sup>	1011,87 $\pm$ 5,93 <sup>Ac</sup>	0,001	0,560	0,005
B	1026,87 $\pm$ 5,30 <sup>Aa</sup>	1025,00 $\pm$ 5,97 <sup>Aab</sup>	1024,37 $\pm$ 7,28 <sup>Aab</sup>	1015,62 $\pm$ 9,42 <sup>Ab</sup>	1015,00 $\pm$ 10,0 <sup>Ab</sup>			
			Peso corporal (kg)					
FC	587,75 $\pm$ 93,52 <sup>Aa</sup>	519,62 $\pm$ 91,41 <sup>Ac</sup>	-	582,37 $\pm$ 97,65 <sup>Aa</sup>	566,00 $\pm$ 92,98 <sup>Ab</sup>	<0,001	0,267	0,039
B	583,50 $\pm$ 100,0 <sup>Aa</sup>	517,87 $\pm$ 95,70 <sup>Ac</sup>	-	575,12 $\pm$ 98,88 <sup>Bab</sup>	568,25 $\pm$ 95,75 <sup>Ab</sup>			

<sup>A,B</sup> Letras maiúsculas diferentes representam diferença entre os tratamentos (P < 0,05)

<sup>a,b,c</sup> Letras minúsculas diferentes representam diferença entre os momentos (P < 0,05)

**Tabela 3** - Valores (média  $\pm$  desvio padrão) de pH, pressão parcial de gás carbônico (pCO<sub>2</sub>), concentração de bicarbonato (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>), excesso de bases (BE), sódio (Na<sup>+</sup>), potássio (K<sup>+</sup>), cloreto (Cl<sup>-</sup>) e diferença de íons fortes (SID<sub>3</sub>) no sangue venoso de vacas com desidratação induzida (-24h a 0h) e tratadas com hidratação enteral (120 mL/kg PV) administrada em fluxo contínuo entre 0h e 12h, ou em dois bólus, às 0h e 6h. T = efeito do tempo; M = efeito do método de hidratação; T  $\times$  M = interação entre tempo e método.

	-24h	0h	6h	12h	24h	P tempo	P método	P interação
			pH					
FC	7,438 $\pm$ 0,021 <sup>Ab</sup>	7,480 $\pm$ 0,015 <sup>Aa</sup>	7,467 $\pm$ 0,020 <sup>Aab</sup>	7,438 $\pm$ 0,028 <sup>Ab</sup>	7,395 $\pm$ 0,035 <sup>Ac</sup>	<0,001	0,010	0,829
B	7,420 $\pm$ 0,034 <sup>Ab</sup>	7,480 $\pm$ 0,029 <sup>Aa</sup>	7,447 $\pm$ 0,041 <sup>Aab</sup>	7,419 $\pm$ 0,039 <sup>Abc</sup>	7,382 $\pm$ 0,034 <sup>Ac</sup>			
			pCO <sub>2</sub> (mmHg)					
FC	36,78 $\pm$ 3,91 <sup>Ac</sup>	46,37 $\pm$ 3,50 <sup>Aa</sup>	43,63 $\pm$ 3,15 <sup>Aab</sup>	40,36 $\pm$ 3,81 <sup>Abc</sup>	38,15 $\pm$ 4,22 <sup>Ac</sup>	<0,001	0,134	0,521
B	38,38 $\pm$ 3,44 <sup>Ab</sup>	47,87 $\pm$ 4,23 <sup>Aa</sup>	44,35 $\pm$ 2,98 <sup>Aa</sup>	39,16 $\pm$ 3,42 <sup>Ab</sup>	37,88 $\pm$ 2,70 <sup>Ab</sup>			
			HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mmol/L)					
FC	24,36 $\pm$ 2,90 <sup>Abc</sup>	33,77 $\pm$ 2,67 <sup>Aa</sup>	30,80 $\pm$ 1,99 <sup>Aa</sup>	26,68 $\pm$ 2,80 <sup>Ab</sup>	22,92 $\pm$ 3,26 <sup>Ac</sup>	<0,001	0,157	0,525
B	24,50 $\pm$ 3,67 <sup>Ac</sup>	34,81 $\pm$ 2,16 <sup>Aa</sup>	29,93 $\pm$ 1,82 <sup>Ab</sup>	24,83 $\pm$ 2,78 <sup>Ac</sup>	22,03 $\pm$ 1,72 <sup>Ac</sup>			
			BE (mmol/L)					
FC	0,38 $\pm$ 2,69 <sup>Ac</sup>	8,97 $\pm$ 2,26 <sup>Aa</sup>	6,32 $\pm$ 1,74 <sup>Aab</sup>	3,01 $\pm$ 1,85 <sup>Abc</sup>	-0,21 $\pm$ 3,78 <sup>Ac</sup>	<0,001	0,043	0,176
B	0,12 $\pm$ 3,72 <sup>Ac</sup>	9,78 $\pm$ 1,89 <sup>Aa</sup>	5,23 $\pm$ 2,21 <sup>Ab</sup>	-0,11 $\pm$ 3,04 <sup>Bc</sup>	-2,71 $\pm$ 1,94 <sup>Bc</sup>			
			Na <sup>+</sup> (mmol/L)					
FC	138,45 $\pm$ 1,55 <sup>Ac</sup>	146,31 $\pm$ 2,80 <sup>Aa</sup>	146,26 $\pm$ 2,79 <sup>Aa</sup>	143,10 $\pm$ 2,57 <sup>Ab</sup>	140,32 $\pm$ 1,99 <sup>Ac</sup>	<0,001	0,086	0,474
B	138,27 $\pm$ 1,55 <sup>Ab</sup>	145,15 $\pm$ 2,70 <sup>Aa</sup>	144,58 $\pm$ 3,05 <sup>Ba</sup>	142,72 $\pm$ 2,65 <sup>Aa</sup>	139,85 $\pm$ 1,45 <sup>Ab</sup>			
			K <sup>+</sup> (mmol/L)					
FC	3,05 $\pm$ 0,43 <sup>Aa</sup>	2,53 $\pm$ 0,24 <sup>Ab</sup>	2,49 $\pm$ 0,25 <sup>Ab</sup>	2,58 $\pm$ 0,44 <sup>Aab</sup>	2,79 $\pm$ 0,61 <sup>Aab</sup>	0,035	0,095	0,263
B	2,87 $\pm$ 0,44 <sup>Aa</sup>	2,78 $\pm$ 0,43 <sup>Aa</sup>	2,64 $\pm$ 0,33 <sup>Aa</sup>	2,82 $\pm$ 0,47 <sup>Aa</sup>	2,94 $\pm$ 0,41 <sup>Aa</sup>			
			Cl <sup>-</sup> (mmol/L)					
FC	107,37 $\pm$ 3,11 <sup>Aab</sup>	101,50 $\pm$ 3,50 <sup>Ac</sup>	104,50 $\pm$ 1,69 <sup>Abc</sup>	107,37 $\pm$ 3,70 <sup>Aab</sup>	111,00 $\pm$ 2,97 <sup>Aa</sup>	<0,001	0,482	0,557
B	106,37 $\pm$ 3,70 <sup>Abc</sup>	99,75 $\pm$ 2,96 <sup>Ad</sup>	104,37 $\pm$ 2,26 <sup>AcD</sup>	108,62 $\pm$ 2,97 <sup>Aab</sup>	111,00 $\pm$ 2,44 <sup>Aa</sup>			
			SID <sub>3</sub> (mmol/L)					
FC	34,12 $\pm$ 3,45 <sup>Ac</sup>	47,34 $\pm$ 3,92 <sup>Aa</sup>	44,25 $\pm$ 3,02 <sup>Aa</sup>	38,30 $\pm$ 3,99 <sup>Ab</sup>	32,12 $\pm$ 2,47 <sup>Ac</sup>	<0,001	0,600	0,599
B	34,77 $\pm$ 4,70 <sup>AcD</sup>	48,18 $\pm$ 1,90 <sup>Aa</sup>	42,85 $\pm$ 3,65 <sup>Ab</sup>	36,92 $\pm$ 4,34 <sup>Ac</sup>	31,79 $\pm$ 2,60 <sup>Ad</sup>			

<sup>A,B</sup> Letras maiúsculas diferentes representam diferença entre os tratamentos (P < 0,05)

<sup>a,b,c,d</sup> Letras minúsculas diferentes representam diferença entre os momentos (P < 0,05)

**Tabela 4** - Valores (média  $\pm$  desvio padrão) de glicose, lactato L, hiato aniônico (AG) e concentração total de ácidos fracos não voláteis ( $A_{tot}$ ) no sangue venoso de vacas com desidratação induzida (-24h a 0h) e tratadas com hidratação enteral (120 mL/kg PV) administrada em fluxo contínuo entre 0h e 12h, ou em dois bólus, às 0h e 6h. T = efeito do tempo; M = efeito do método de hidratação; T  $\times$  M = interação entre tempo e método.

	-24h	0h	6h	12h	24h	P tempo	P método	P interação
			Glicose (mg/dL)					
FC	57,85 $\pm$ 6,20 <sup>Ab</sup>	73,85 $\pm$ 11,05 <sup>Aa</sup>	65,57 $\pm$ 10,27 <sup>Aab</sup>	61,71 $\pm$ 10,49 <sup>Ab</sup>	62,42 $\pm$ 7,11 <sup>Ab</sup>	<0,001	0,626	0,741
B	58,28 $\pm$ 4,78 <sup>Ab</sup>	77,71 $\pm$ 9,84 <sup>Aa</sup>	65,85 $\pm$ 6,12 <sup>Ab</sup>	62,71 $\pm$ 6,21 <sup>Ab</sup>	61,28 $\pm$ 3,72 <sup>Ab</sup>			
			Lactato-L (mmol/L)					
FC	0,65 $\pm$ 0,19 <sup>Ab</sup>	1,28 $\pm$ 1,08 <sup>Aa</sup>	0,91 $\pm$ 0,38 <sup>Aab</sup>	0,66 $\pm$ 0,33 <sup>Ab</sup>	0,55 $\pm$ 0,18 <sup>Ab</sup>	<0,001	0,372	0,665
B	0,97 $\pm$ 0,55 <sup>Aab</sup>	1,22 $\pm$ 0,37 <sup>Aa</sup>	0,99 $\pm$ 0,23 <sup>Aab</sup>	0,82 $\pm$ 0,33 <sup>Aab</sup>	0,61 $\pm$ 0,31 <sup>Ab</sup>			
			AG (mmol/L)					
FC	9,76 $\pm$ 1,92 <sup>Ab</sup>	13,56 $\pm$ 1,63 <sup>Aa</sup>	13,45 $\pm$ 1,90 <sup>Aa</sup>	11,61 $\pm$ 3,00 <sup>Aab</sup>	9,21 $\pm$ 1,70 <sup>Ab</sup>	<0,001	0,718	0,893
B	10,17 $\pm$ 3,08 <sup>Ab</sup>	13,37 $\pm$ 1,60 <sup>Aa</sup>	12,92 $\pm$ 2,62 <sup>Aa</sup>	12,10 $\pm$ 1,96 <sup>Aab</sup>	9,77 $\pm$ 1,79 <sup>Ab</sup>			
			$A_{tot}$ (mmol/L)					
FC	27,40 $\pm$ 1,86 <sup>Ac</sup>	33,43 $\pm$ 2,73 <sup>Aa</sup>	31,05 $\pm$ 2,81 <sup>Ab</sup>	27,04 $\pm$ 2,38 <sup>Ac</sup>	27,00 $\pm$ 2,01 <sup>Ac</sup>	<0,001	0,737	0,024
B	27,99 $\pm$ 2,87 <sup>Abc</sup>	33,88 $\pm$ 3,03 <sup>Aa</sup>	29,65 $\pm$ 2,74 <sup>Bb</sup>	27,54 $\pm$ 2,26 <sup>Ac</sup>	27,54 $\pm$ 2,45 <sup>Ac</sup>			

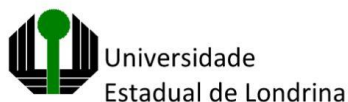
<sup>A,B</sup> Letras maiúsculas diferentes representam diferença entre os tratamentos (P < 0,05)

<sup>a,b,c</sup> Letras minúsculas diferentes representam diferença entre os momentos (P < 0,05)

**ANEXOS**

## ANEXO A

## Aprovação e registro na Comissão de Ética no Uso de Animais



## COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS

OF. CIRC. CEUA N° 061/2021

Londrina, 02 de julho de 2021.

Prezado(a) professor(a),

Certificamos que o projeto intitulado: “**Comparação entre as eficácias de dois métodos de hidratação enteral para corrigir a desidratação em bovinos adultos**” protocolo CEUA n° 022.2021 sob a responsabilidade de **Júlio Augusto Naylor Lisboa** que envolve a produção, manutenção e/ou utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem) para fins de pesquisa científica (ou ensino), encontra-se de acordo com os preceitos da Lei n° 11.794, de 8 de outubro de 2008, do Decreto n° 6.899, de 15 de julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA), e foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Estadual de Londrina (CEUA/UUEL) em **01/07/2021**.

Este projeto tem por objetivo estudar a eficácia da administração enteral de solução eletrolítica por dois métodos distintos (fluxo contínuo e bolus) para correção de desidratação em bovinos adultos.  
**Grau de invasividade: GI2.**

<b>Finalidade</b>	( ) Ensino (X) Pesquisa científica
<b>Vigência da autorização</b>	02/07/2021 a 01/05/2023
<b>Espécie/ linhagem/ raça</b>	Bovino/ Mestiça
<b>N° de animais</b>	8
<b>Peso/ Idade</b>	Adultas/ 300-500Kg
<b>Sexo</b>	Fêmeas
<b>Origem</b>	Rebanho do Hospital Veterinário da UEL.
<b>Amostras a serem coletadas</b>	Sangue venoso, fezes e urina.

Cumpra orientar que caso pretendam-se quaisquer alterações no protocolo experimental aprovado, deve-se submeter o novo protocolo à apreciação da CEUA/UUEL anteriormente à execução das modificações.

**Em cumprimento às exigências do CONCEA, em até 30 dias da finalização do projeto de pesquisa ou extensão envolvendo o uso de animais (verificar período de vigência expresso neste ofício), é necessário encaminhar relatório da descrição de uso de animais para ceua@uel.br, conforme modelo disponível no site da CEUA: <http://www.uel.br/comites/ceua/pages/relatorio-de-projetos.php>.**

Coloco-me à disposição para quaisquer esclarecimentos que se fizerem necessários. Sem mais para o momento, subscrevo-me, cordialmente,

Profª Drª Maria Fernanda  
Rodrigues Graciano  
Coordenadora da Comissão de  
Ética no Uso de Animais  
Universidade Estadual de Londrina  
ceua@uel.br / 1431.3371.5454

Profª Drª Maria Fernanda Rodrigues Graciano  
Coordenadora da CEUA/UUEL

Imo.(a) Sr.(a)

Prof. (a) Dr. (a). **Júlio Augusto Naylor Lisboa****Responsável pelo projeto**

C/C para a Chefia do Departamento de Clínicas Veterinárias/CCA

C/C para a Direção do Centro de Ciências Agrárias/CCA

C/C para a Direção do Hospital Veterinário da UEL/CCA