

MAYARA OLIVEIRA DOS SANTOS

**CARACTERIZAÇÃO CLÍNICA E LABORATORIAL DE BOVINOS ADULTOS
DESIDRATADOS EXPERIMENTALMENTE**

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

Orientador: Marcel Ferreira Bastos Avanza

Coorientadores: José Dantas Ribeiro Filho
Rinaldo Batista Viana

**VIÇOSA - MINAS GERAIS
2022**

**Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da Universidade
Federal de Viçosa - Campus Viçosa**

T

S237c Santos, Mayara Oliveira dos, 1992-
2022 Caracterização clínica e laboratorial de bovinos adultos desidratados experimentalmente / Mayara Oliveira dos Santos. – Viçosa, MG, 2022.

1 dissertação eletrônica (110 f.): il. (algumas color.).

Orientador: Marcel Ferreira Bastos Avanza.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Veterinária, 2022.

Referências bibliográficas: f. 98-110.

DOI: <https://doi.org/10.47328/ufvbbt.2023.296>

Modo de acesso: World Wide Web.

1. Bovinos - Desidratação - Medição. 2. Desequilíbrio hidroeletrolítico. I. Avanza, Marcel Ferreira Bastos, 1979-. II. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Veterinária. Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária. III. Título.

CDD 22. ed. 636.2089


MAYARA OLIVEIRA DOS SANTOS

**CARACTERIZAÇÃO CLÍNICA E LABORATORIAL DE BOVINOS ADULTOS
DESIDRATADOS EXPERIMENTALMENTE**


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

APROVADA: 28 de fevereiro de 2022.

Assentimento:

Documento assinado digitalmente
 MAYARA OLIVEIRA DOS SANTOS
Data: 24/05/2023 12:25:26-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Mayara Oliveira dos Santos
Autora

Documento assinado digitalmente
 MARCEL FERREIRA BASTOS AVANZA
Data: 24/05/2023 18:40:48-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Marcel Ferreira Bastos Avanza
Orientador

Dedico esta dissertação de mestrado aos meus pais, Sãozinha e Marcos e à minha irmã Maily, por me permitirem o privilégio de continuar estudando, por serem minha motivação em tudo que faço e por me apoiarem em quaisquer circunstâncias. Amo vocês.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, professor Marcel Ferreira Bastos Avanza, por ter não apenas me aceitado, mas me acolhido; por ser inspiração; pelas oportunidades e por ter me ensinado muito além da clínica médica de grandes animais.

Aos meus coorientadores: professor José Dantas Ribeiro Filho, por me aceitar em seu laboratório, pelos aprendizados e pela grande contribuição para a realização desse trabalho; ao professor Rinaldo Batista Viana, por aceitar me coorientar e contribuir tanto com o nosso trabalho. Ao professor Luiz Carlos Fontes Baptista Filho por aceitar prontamente o convite para avaliar e contribuir com o nosso trabalho.

À equipe (incansável), que nos ajudou durante as diferentes etapas do experimento: Érica, Ytalo, Fernanda, Brenda, Lucas, João Pedro, Leonardo, Nathália, Rachel, Talita e Artur. Aos “meus” queridos IC: João Victor e Alana, pela ajuda em todos os momentos em que precisei. Agradecimento especial à Giulia e Luiza, por tornarem esse caminho mais leve. À Lorena, Caio, Felipe e Pedro, pelas inúmeras vezes que me socorreram e a quem sou imensamente grata.

À Lucimar e Cíntia, pelo auxílio no processamento de amostras; aos funcionários do DVT: Breno e Marcelo pela grande ajuda com o manejo dos animais. E ainda, Tué, Cida, Celinho e Rosi, por tornarem o ambiente de trabalho mais alegre.

Ao professor José Domingos Guimarães e seus orientados, pela imensa boa vontade em ajudar com o processo de empréstimo e manejo dos animais.

À UEPE – Produção Animal a Pasto – DZO/UFV e ao professor Rogério de Paula Lana, pelo empréstimo dos animais. Ao CCGA/UFV pelo transporte e alimentação dos animais. À Quibasa-Bioclin, pelo fornecimento de reagentes para as análises laboratoriais.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), pela concessão da bolsa de estudos.

À Universidade Federal de Viçosa, por ter se tornado minha casa e por contribuir de forma grandiosa para a continuidade da minha formação.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

RESUMO

SANTOS, Mayara Oliveira, MSc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2022. **Caracterização clínica e laboratorial de bovinos adultos desidratados experimentalmente.** Orientador: Marcel Ferreira Bastos Avanza. Coorientadores: José Dantas Ribeiro Filho e Rinaldo Batista Viana.

A desidratação é o sinal clínico que expressa o déficit hídrico do organismo e, usualmente, está associada a desequilíbrios eletrolíticos e ácido base, que são frequentes na espécie bovina e são consequência de diferentes doenças. Muitos autores têm estudado os efeitos das desidratações e dos consequentes desequilíbrios hidroeletrolíticos e ácido base, assim como os efeitos de repositores eletrolíticos em diferentes espécies. Entretanto, a literatura ainda carece de informações mais precisas e menos subjetivas a respeito dos parâmetros e determinação da desidratação em bovinos adultos. O objetivo geral desse estudo foi avaliar os principais parâmetros clínicos e laboratoriais de bovinos adultos desidratados experimentalmente. Foram utilizados dez bovinos, fêmeas, mestiças de raças leiteiras, híginas, não gestantes e apresentando bom escore corporal, apresentando peso corporal entre 235 e 591 quilogramas. Como protocolo de desidratação, utilizou-se unicamente as restrições hídrica e alimentar, durante 72 horas, sendo as avaliações clínica e laboratorial realizadas a cada 8 horas. Esse protocolo demonstrou ser eficiente para promover desidratação intensa, que foi mais bem indicada pelos parâmetros: enoftalmia, umidade do muflo, avaliação da umidade e coloração das mucosas, tempo de enchimento capilar (TEC), turgor cutâneo, concentração de ureia (UN), densidade urinária e teor de umidade das fezes, porém o tempo de desidratação fez com que alguns parâmetros, como os hemogasométricos, por exemplo, não fossem alterados. Os indicadores mais confiáveis para determinar a desidratação no presente trabalho, foram: enoftalmia, umidade do muflo, avaliação da umidade e coloração das mucosas, tempo de enchimento capilar (TEC), turgor cutâneo, concentração de ureia (UN), densidade urinária, teor de umidade das fezes e proteína plasmática total. O presente trabalho possibilita a atualização dos parâmetros indicadores de desidratação em bovinos adultos mestiços de raças leiteiras.

Palavras-chave: Desequilíbrio hidroeletrolítico. Enoftalmia. Hipovolemia. Vacas de leite.

ABSTRACT

SANTOS, Mayara Oliveira, MSc., Universidade Federal de Viçosa, February, 2022. **Clinical and laboratory parameters for diagnosing the degree of dehydration in cattle.** Advisor: Marcel Ferreira Bastos Avanza. Co-Advisors: José Dantas Ribeiro Filho and Rinaldo Batista Viana.

Dehydration is the clinical sign that expresses the body's water deficit and is usually associated with electrolyte and acid base imbalances, which are frequent in bovine species and are a consequence of different diseases. Many authors have studied the effects of dehydration and the resulting hydroelectrolytic and acid-base imbalances, as well as the effects of electrolyte replenishers in different species. However, the literature still lacks more precise and less subjective information regarding the parameters and determination of dehydration in adult cattle. The general objective of this study was to evaluate the main clinical and laboratory parameters of experimentally dehydrated adult cattle. Ten cows, females, crossbred of dairy breeds, healthy, non-pregnant and with good body score, with body weight between 235 and 591 kilograms were used. As a dehydration protocol, only water and food restrictions were used for 72 hours, with clinical and laboratory evaluations performed every 8 hours. This protocol proved to be efficient to promote intense dehydration, which was better indicated by the parameters: enophthalmos, muffle humidity, evaluation of the humidity and color of the mucous membranes, capillary refill time (TEC), skin turgor, urea concentration (UN), urinary density and feces moisture content, but the dehydration time meant that some parameters, such as blood gas, for example, were not altered. The most reliable indicators to determine dehydration in the present study were: enophthalmos, muffle moisture, evaluation of mucosal moisture and color, capillary refill time (TEC), skin turgor, urea concentration (UN), urinary density, of stool moisture and total plasma protein. The present work makes it possible to update the indicators of dehydration in adult crossbred dairy cattle.

Keywords: Electrolyte fluid imbalance. Enophthalmos. Hypovolemia. Dairy cows.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Escore de coloração de mucosas:.....	33
Quadro 2: Escore de umidade das mucosas	33
Quadro 3: Escore de umidade do muflo:	34
Quadro 4: Escore de umidade das fezes.....	34
Quadro 5: Escore de coloração da urina:	34
Quadro 6: Escore de motilidade ruminal:	35

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1:** Média \pm desvio padrão parâmetros clínicos de bovinos adultos submetidos ao protocolo de desidratação, em um período de 72 horas com restrição hídrica e alimentar..... 40
- Tabela 2:** Média \pm desvio padrão para perda de peso de bovinos adultos submetidos ao protocolo de desidratação, em um período de 72 horas com restrição hídrica e alimentar..... 46
- Tabela 3:** Avaliação da associação entre motilidade ruminal e tempo em bovinos adultos submetidos ao protocolo de desidratação, em um período de 72 horas com restrição hídrica e alimentar..... 49
- Tabela 4:** Avaliação da associação entre turgor cutâneo e tempo em adultos submetidos ao protocolo de desidratação, em um período de 72 horas com restrição hídrica e alimentar..... 49
- Tabela 5:** Avaliação da associação entre escore de umidade do muflo e tempo em adultos submetidos ao protocolo de desidratação, em um período de 72 horas com restrição hídrica e alimentar..... 55
- Tabela 6:** Avaliação da associação entre umidade da mucosa gengival e tempo em adultos submetidos ao protocolo de desidratação, em um período de 72 horas com restrição hídrica e alimentar..... 56
- Tabela 7:** Avaliação da associação entre umidade da mucosa vulvar e tempo em adultos submetidos ao protocolo de desidratação, em um período de 72 horas com restrição hídrica e alimentar..... 56
- Tabela 8:** Avaliação da associação entre coloração da mucosa vulvar e tempo em adultos submetidos ao protocolo de desidratação, em um período de 72 horas com restrição hídrica e alimentar..... 57
- Tabela 9:** Avaliação da associação entre tempo de enchimento capilar da mucosa vaginal e tempo em adultos submetidos ao protocolo de desidratação, em um período de 72 horas com restrição hídrica e alimentar..... 57
- Tabela 10:** Avaliação da associação do escore de estado mental e tempo de bovinos adultos submetidos ao protocolo de desidratação, em um período de 72 horas com restrição hídrica e alimentar..... 58
- Tabela 11:** Média \pm desvio padrão para parâmetros laboratoriais e concentração sérica de eletrólitos em bovinos adultos submetidos ao protocolo de desidratação, em um período de 72 horas com restrição hídrica e alimentar..... 61
- Tabela 12:** Média \pm desvio padrão para parâmetros hemogasométricos de bovinos adultos submetidos ao protocolo de desidratação, em um período de 72 horas com restrição hídrica e alimentar..... 76
- Tabela 13:** Média \pm desvio padrão para parâmetros urinários de bovinos adultos submetidos ao protocolo de desidratação, em um período de 72 horas com restrição hídrica e alimentar..... 81
- Tabela 14:** Avaliação da associação do escore de turbidez urinária x tempo de bovinos adultos

submetidos ao protocolo de desidratação, em um período de 72 horas com restrição hídrica e alimentar. 81

Tabela 15: Avaliação da associação do escore de coloração da urina x tempo de bovinos adultos submetidos ao protocolo de desidratação, em um período de 72 horas com restrição hídrica e alimentar. 82

Tabela 16: Média \pm desvio padrão para bioquímica urinária e excreção de eletrólitos de bovinos adultos submetidos ao protocolo de desidratação, em um período de 72 horas com restrição hídrica e alimentar. 92

Tabela 17: Média \pm desvio padrão para teor de umidade das fezes de bovinos adultos submetidos ao protocolo de desidratação, em um período de 72 horas com restrição hídrica e alimentar. 92

Tabela 18: Avaliação da associação do escore de aspecto das fezes x tempo de bovinos adultos submetidos ao protocolo de desidratação, em um período de 72 horas com restrição hídrica e alimentar. 95

Tabela 19: Critérios determinados para avaliação do grau de desidratação em bovinos adultos nesse estudo. 96

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Imagem esquemática da divisão dos tempos de avaliação durante o período experimental.	31
Figura 2: Valores médios para frequência cardíaca de bovinos adultos desidratados experimentalmente.....	36
Figura 3: Valores médios para frequência respiratória de bovinos adultos desidratados experimentalmente.....	37
Figura 4: Valores médios para temperatura retal e de extremidades de bovinos adultos desidratados experimentalmente.	39
Figura 5: Aferição do grau de enoftalmia utilizando fitas para teste de Schirmer StypsVet ® (a); (b) ausência de enoftalmia; (c) 3mm de enoftalmia; (d) 5mm de enoftalmia; (e) 7mm de enoftalmia; (f) 9mm de enoftalmia.....	42
Figura 6: Valores médios para enoftalmia (mm) de bovinos adultos desidratados experimentalmente.....	43
Figura 7: Valores médios para circunferência abdominal de bovinos adultos desidratados experimentalmente.....	43
Figura 8: Valores médios para variação de peso corporal de bovinos adultos desidratados experimentalmente.....	45
Figura 9: Avaliação da perda de peso corporal e redução da circunferência abdominal.	46
Figura 10: Associação entre motilidade ruminal e tempo de desidratação de bovinos adultos desidratados experimentalmente.	47
Figura 11: Associação turgor cutâneo e tempo de desidratação de bovinos adultos desidratados experimentalmente.....	48
Figura 12: Associação entre umidade do muflo e tempo de desidratação de bovinos adultos desidratados experimentalmente.	50
Figura 13: Associação entre umidade da mucosa oral e tempo de desidratação de bovinos adultos desidratados experimentalmente.	52
Figura 14: Associação entre umidade da mucosa vulvar e tempo de desidratação de bovinos adultos desidratados experimentalmente.	52
Figura 15: Associação entre coloração da mucosa vulvar e tempo de desidratação de bovinos adultos desidratados experimentalmente.	53
Figura 16: Associação entre estado mental e tempo de desidratação de bovinos adultos desidratados experimentalmente.	54
Figura 17: Avaliação do escore de umidade do muflo: (a) úmido; (b) pouco ressecado; (c) ressecado.....	55

Figura 18: Avaliação do estado mental: (a) alerta; (b) apático; (c) deprimido.	58
Figura 19: Valores médios para hematócrito e proteínas plasmáticas totais de bovinos adultos desidratados experimentalmente.	60
Figura 20: Valores médios para osmolalidade bovinos adultos desidratados experimentalmente.....	62
Figura 21: Valores médios para concentração sérica de sódio em bovinos adultos desidratados experimentalmente.....	63
Figura 22: Valores médios para concentração sérica de potássio em bovinos adultos desidratados experimentalmente.	64
Figura 23: Valores médios para concentração sérica de cloreto em bovinos adultos desidratados experimentalmente.....	65
Figura 24: Valores médios para concentração sérica de cálcio ionizado em bovinos adultos desidratados experimentalmente.	66
Figura 25: Valores médios para concentração sérica de magnésio em bovinos adultos desidratados experimentalmente.	67
Figura 26: Valores médios para concentração sérica de fósforo em bovinos adultos desidratados experimentalmente.	68
Figura 27: Valores médios para concentração sérica de ureia em bovinos adultos desidratados experimentalmente.....	69
Figura 28: Valores médios para concentração sérica de creatinina em bovinos adultos desidratados experimentalmente.	70
Figura 29: Valores médios para concentração plasmática de glicose em bovinos adultos desidratados experimentalmente.	71
Figura 30: Valores médios para concentração plasmática de lactato em bovinos adultos desidratados experimentalmente.	72
Figura 31: Valores médios para pH sanguíneo, pCO ₂ e HCO ₃ em bovinos adultos desidratados experimentalmente.....	74
Figura 32: Valores médios para cBase; ânion GAP e diferença de íons forte (DIF) em bovinos adultos desidratados experimentalmente.	75
Figura 33: Valores médios para densidade urinária em bovinos adultos desidratados experimentalmente.....	77
Figura 34: Valores médios para pH urinário em bovinos adultos desidratados experimentalmente.....	78
Figura 35: Associação entre coloração da urina e tempo de desidratação em bovinos adultos desidratados experimentalmente.	79

Figura 36: Associação entre turbidez urinária e tempo de desidratação em bovinos adultos desidratados experimentalmente.	80
Figura 37: Valores médios para concentração urinária de ureia e creatinina em bovinos adultos desidratados experimentalmente.	84
Figura 38: Valores médios para proteína urinária em bovinos adultos desidratados experimentalmente.....	85
Figura 39: Valores médios para excreção urinária de sódio em bovinos adultos desidratados experimentalmente.....	86
Figura 40: Valores médios para excreção urinária de potássio em bovinos adultos desidratados experimentalmente.....	87
Figura 41: Valores médios para excreção urinária de cloreto em bovinos adultos desidratados experimentalmente.....	88
Figura 42: Valores médios para excreção urinária de cálcio em bovinos adultos desidratados experimentalmente.....	89
Figura 43: Valores médios para excreção urinária de magnésio em bovinos adultos desidratados experimentalmente.	90
Figura 44: Valores médios para excreção urinária de fósforo em bovinos adultos desidratados experimentalmente.....	91
Figura 45: Valores médios para umidade das fezes de bovinos adultos desidratados experimentalmente.....	94
Figura 46: Associação entre o aspecto das fezes e tempo de desidratação em bovinos adultos desidratados experimentalmente.	94
Figura 47: Escore de aspecto das fezes: (a) normais para a espécie; (b) ressecadas; (c) totalmente ressecadas.	95

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	15
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	16
2.1. Perda de líquidos e eletrólitos.....	16
2.2. Desidratação	17
2.2.1. Sinais clínicos e laboratoriais.....	19
2.2.2. Estabelecimento dos marcadores de desidratação em bovinos.....	20
2.3. Equilíbrio ácido base.....	20
2.3.1. Sistema tampão	21
2.3.2. Sistema respiratório.....	22
2.3.3. Sistema renal.....	23
2.4. Osmolalidade	23
2.5. Eletrólitos	24
2.5.1. Sódio	24
2.5.2. Potássio	25
2.5.3. Cloreto.....	26
3. JUSTIFICATIVA E OBJETIVOS.....	27
3.1. Objetivos gerais	27
3.2. Objetivos específicos.....	27
4. MATERIAL E MÉTODOS	28
4.1. Local de realização do estudo e animais.....	28
4.2. Delineamento experimental.....	28
4.3. Colheita de material biológico, avaliações laboratoriais e exame dos animais.....	29
4.4. Análise estatística	35
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	36
5.1. Frequência cardíaca	36
5.2. Frequência respiratória	37
5.3. Temperatura retal e de extremidades.....	38
5.4. Enoftalmia	41
5.5. Circunferência abdominal	41
5.6. Peso corporal.....	44
5.7. Motilidade ruminal.....	47
5.8. Turgor cutâneo	47
5.9. Umidade do muflo	50
5.10. Mucosas gengival e vulvar.....	50

5.11. Estado mental	53
5.2. Parâmetros laboratoriais	59
5.2.1. Hematócrito e proteínas plasmáticas totais	59
5.2.2. Bioquímica e eletrólitos séricos	62
5.2.2.1. <i>Osmolalidade</i>	62
5.2.2.2. <i>Sódio</i>	63
5.2.2.3. <i>Potássio</i>	64
5.2.2.4. <i>Cloreto</i>	65
5.2.2.5. <i>Cálcio ionizado</i>	65
5.2.2.6. <i>Magnésio</i>	66
5.2.2.7. <i>Fósforo</i>	67
5.2.2.8. <i>Ureia e Creatinina</i>	68
5.2.2.9. <i>Glicose</i>	70
5.2.2.10. <i>Lactato</i>	71
5.2.3. Hemogasometria	72
5.3. Parâmetros Urinários	77
5.3.1. Densidade.....	77
5.3.2. pH.....	78
5.3.3. Coloração e turbidez	79
5.3.4. Bioquímica urinária.....	83
5.3.4.1. <i>Ureia e creatinina</i>	83
5.3.4.2. <i>Proteína urinária</i>	84
5.3.4.3. <i>Excreção urinária de sódio</i>	85
5.3.4.4. <i>Excreção urinária de potássio</i>	86
5.3.4.5. <i>Excreção urinária de cloreto</i>	87
5.3.4.6. <i>Excreção urinária de cálcio</i>	88
5.3.4.7. <i>Excreção urinária de magnésio</i>	89
5.3.4.8. <i>Excreção urinária de fósforo</i>	90
5.4. Parâmetros Fecais	93
5.4.1. Aspecto e umidade das fezes	93
5.5. Critérios utilizados na determinação do grau de desidratação em bovinos adultos .	96
6. CONCLUSÕES	97
7. REFERÊNCIAS	98

1. INTRODUÇÃO

Segundo Ribeiro Filho *et al.*, 2021, desidratação é o sinal clínico que expressa o déficit hídrico do organismo e, usualmente, está associada a desequilíbrios eletrolíticos e ácido base. Esses, por sua vez, são frequentes na espécie bovina e são consequência de diferentes doenças (CONSTABLE, 2003a; RIBEIRO FILHO *et al.*, 2013).

Segundo Carlson e Bruss (2008), são situações que levam ao desenvolvimento de desidratação: poliúria, diarreias, hemorragias, disfagias, depleção de volume e interferências no consumo de água. Sabe-se que animais desidratados apresentam sinais clínicos como: diminuição da elasticidade da pele, enftalmia, redução da temperatura das extremidades corpóreas, perda de peso, ressecamento de mucosas e fraqueza muscular (DIRKSEN; GRÜNDER; STÖBER, 1993; ROUSSEL, 2004; SMITH, 2009), além de aumento do volume globular, da concentração de proteínas plasmáticas, de íons e da densidade urinária (DIRKSEN; GRÜNDER; STÖBER, 1993; SPEIRS; WRIGLEY, 1997; LISBÔA, 2004; SMITH, 2009; FEITOSA, 2014).

Durante anos, autores têm estudado os efeitos das desidratações e dos consequentes desequilíbrios hidroeletrólíticos e ácido base, bem como os efeitos de repositores eletrolíticos em diversas categorias animais: bezerros (CONSTABLE *et al.*, 1998; LEAL *et al.*, 2008); bovinos adultos (AVANZA *et al.*, 2004; RIBEIRO FILHO *et al.*, 2011; RIBEIRO FILHO *et al.*, 2013; ALVES *et al.*, 2019); pequenos ruminantes (ATOJI *et al.*, 2012; SANTOS *et al.*, 2020); equinos adultos (AVANZA *et al.*, 2009; RIBEIRO FILHO *et al.*, 2012; SILVEIRA *et al.*, 2012 OLIVEIRA *et al.*, 2020; DIAS *et al.*, 2021) e potros (MONTEIRO *et al.*, 2020).

Entretanto, a literatura carece de informações e parâmetros mais objetivos a respeito do grau de desidratação em bovinos adultos. De acordo com Roussel (2014) e Ribeiro Filho *et al.*, (2021), os melhores métodos e variáveis para avaliar o grau de desidratação em ruminantes adultos ainda não foram determinados. Na maioria das vezes, a desidratação do paciente é estimada empiricamente, o que pode comprometer o sucesso do tratamento. Desta forma, estabelecer as características dos diferentes graus de intensidade de desidratação em bovinos adultos é indispensável para a realização do cálculo do volume correto a ser administrado como reposição e, conseqüentemente, para o sucesso do tratamento (PRITCHARD *et al.*, 2008; RIBEIRO FILHO *et al.*, 2021).

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Perda de líquidos e eletrólitos

Um dos princípios fundamentais da fisiologia é a homeostase (MUIR; MORAIS, 1996), que, por definição, é a manutenção dos constituintes físico-químicos do organismo, mesmo diante de variações tais como jejum; exercício e ambientais como calor, frio, umidade (POWERS; HOWLEY, 2000). Esse mecanismo regula as funções do organismo de forma constante e pré-estabelecida (BAUMAN; CURRIE, 1980).

A manutenção da homeostase, por sua vez, é baseada na homeorrese, mecanismo que promove alterações coordenadas do metabolismo, para que o organismo suporte determinado estado fisiológico. Tais alterações ocorrem por meio de modificações que irão definir as prioridades do organismo, de forma dinâmica, para favorecer ações (BAUMAN; CURRIE, 1980), que visem atender demandas metabólicas do indivíduo (HURLEY, 2002).

Sabe-se que a água é o componente mais abundante no organismo e elemento essencial para as funções vitais (LOPES *et al.*, 1996). A manutenção do equilíbrio ácido base é dependente das concentrações de fluidos e eletrólitos (ROSE, 1981) e, sempre que são detectadas alterações nas quantidades e concentrações de água e eletrólitos, são geradas modificações na reabsorção e secreção de substâncias (KLEIN, 2014).

A água corporal total representa a soma da água presente em todos os compartimentos do organismo (AIRES, 1999) e, em geral, divide-se em: líquido intracelular (LIC), que corresponde a dois terços do volume total e líquido extracelular (LEC) corresponde a um terço do mesmo (REECE, 2017). O LEC é composto pelos líquidos intersticial, intravascular e transcelular (REECE, 2017).

Nos fluidos transcelulares do LEC, inclui-se a quantidade de água presente no sistema digestório (MANCHA, 2009). Segundo Gross (1992) e Reece (2017), nos grandes ruminantes e nos herbívoros em geral, cerca de 10 a 15% do peso corporal é representado pela água presente no sistema digestório e, diante de restrições hídricas e desidratações, a reserva de água presente nesse sistema, auxilia a manutenção do volume de água circulante (GONZÁLEZ; SILVA, 2006; MANCHA, 2009).

Com relação aos eletrólitos, sabe-se que o LIC é predominantemente composto por potássio, magnésio, fosfatos e proteínas, enquanto no LEC, os íons em maior quantidade são, respectivamente: sódio, cloreto e bicarbonato (REECE, 2017; DIBARTOLA, 2012).

Apesar das variações na composição e no volume de LIC e LEC, ambos permanecem em equilíbrio (DIBARTOLA, 2012). Alterações nesses compartimentos podem ser úteis no

diagnóstico de doenças e alterações no equilíbrio hidroeletrólítico (REECE, 2017) e são consequência da redução da ingestão de água e/ou do aumento da perda de fluidos e eletrólitos (ROSE, 1981).

O volume de água corporal total é mantido, independente das variações de consumo pelo animal (BOFFI, 2007). Para Hall (2011), os animais ingerem exatamente a quantidade que necessitam para a homeostase hídrica de seu organismo. Sendo assim, o equilíbrio é obtido quando a ingestão diária é equivalente à perda diária de água (ETTINGER; FELDMAN, 1997; REED; BAYLY, 2000). As perdas hidroeletrólíticas também acontecem de três formas: eliminação pela urina (20% a 55%), pelas fezes (30 a 55%) e por evaporação (pele ou respiração) que varia de 15 a 40% (REED; BAYLY, 2000; VIVANTI *et al.*, 2010).

O volume de água diário necessário será determinado considerando-se fatores como: perdas sensíveis e insensíveis, temperatura, umidade, atividade exercida pelo animal, presença de doenças e composição da dieta fornecida (ETTINGER; FELDMAN, 1997).

A ingestão de água poderá ser contabilizada por três mecanismos: ingestão voluntária (85%), teor presente nos alimentos (5%) e a porcentagem (10%) resultante do metabolismo do animal (DIBARTOLA, 2012; REED; BAYLY, 2000).

A manutenção desse equilíbrio hídrico é possível a partir da movimentação dos fluidos por membranas seletivamente permeáveis e, esse deslocamento, acontece em resposta aos gradientes osmóticos, partículas osmoticamente ativas, pressão hidrostática e débito cardíaco (MANCHA, 2009; VIVANTI; HARVEY; ASH, 2010). Dessa forma, perda de pequenas quantidades de água corporal total podem desencadear desidratações e consequentes alterações das funções do organismo (VIVANTI; HARVEY; ASH, 2010).

2.2. Desidratação

Ocorre desidratação quando se tem perda exacerbada de fluidos corporais ou falha na ingestão hídrica, esteja esse processo somado ou não à perda de eletrólitos (REECE, 2017; BENESI; KOGIKA, 1999; LISBÔA, 2004; FECHINE; TROMPIERI, 2012). Além disso, Houpt (1988), cita que o desenvolvimento das desidratações é variável em função da velocidade e da concentração de água e eletrólitos perdidos.

Dearo (2001), classifica as desidratações em leve, moderada e severa, considerando-se a intensidade das manifestações clínicas e os exames laboratoriais. Essas, também podem ser classificadas de acordo com a tonicidade do espaço extracelular (FECHINE; TROMPIERI, 2012) e na dependência da presença de perda concomitante ou não de eletrólitos (DEARO, 2001).

A concentração de sódio está diretamente relacionada aos distúrbios na homeostase hídrica (DIBARTOLA, 2012). A depleção de volume intracelular é associada ao aumento da concentração sérica de sódio (hipernatremia), assim como da osmolaridade (hipertonicidade). Durante a desidratação, há perda de água livre e deslocamento da água do espaço vascular para as células e o interstício, conseqüentemente, ocorre hipertonicidade intravascular (KIM; LEE, 2010; KAFRI *et al.*, 2013).

Na depleção de volume extracelular, os níveis de sódio estão normais, aumentados ou diminuídos e, sendo assim, as desidratações poderão ser classificadas em: hipertônicas, isotônicas e hipotônicas (BROWNLOW; HUTCHINS, 1982; LOPES *et al.*, 1996; FECHINE; TROMPIERI, 2012).

Na desidratação isotônica, há perda equiparada de água e solutos (eletrólitos) (BROWNLOW; HUTCHINS, 1982; LOPES *et al.*, 1996), sem que haja movimentação de fluido entre LEC e LIC (MONTIANI-FERREIRA; PACHALY, 2000). Na hipotônica, perde-se mais eletrólitos do que água e tem-se redução da concentração sérica de sódio e cloreto (BROWNLOW; HUTCHINS, 1982; LOPES *et al.*, 1996). Nesse caso, há um deslocamento de líquido do LEC para o LIC e conseqüente redução do volume circulante. Esse fato poderá ser responsável por gerar sinais clínicos mais evidentes (MONTIANI-FERREIRA; PACHALY, 2000).

Já na desidratação hipertônica, tem-se perda de grande volume de água, sem que haja perda significativa de eletrólitos (BROWNLOW; HUTCHINS, 1982), tornando o plasma hiperosmolar (MONTIANI-FERREIRA; PACHALY, 2000). Nessas situações, a água presente no LIC tende a ser deslocada para o LEC, na tentativa de manter a osmolaridade (MONTIANI-FERREIRA; PACHALY, 2000). Sugere-se que a hipernatremia esteja associada à desidratação hipertônica por privação hídrica, sudorese ou ingestão em excesso de sódio (DIBARTOLA, 2012).

As alterações na osmolaridade plasmática em um organismo hígido, serão compensadas por alterações no consumo de água ou na perda urinária (JHONSON, 1995). Esse mecanismo compensatório é ativado diante de mínimas alterações na osmolaridade plasmática (1 a 2%) (AIRES, 1999). O aumento ou redução de fluidos e solutos em qualquer solução, altera a tonicidade e o volume de água nos diferentes compartimentos (HALL, 2011). Cerca de 95% da osmolaridade do soro é dependente da presença e concentração de sódio, potássio, cloreto, bicarbonato e glicose (WELLMAN; DIBARTOLA; KHON, 2006).

A regulação da concentração plasmática de sódio e da osmolaridade será realizada pela excreção renal de água e sódio, pelo hormônio antidiurético (ADH), pelo mecanismo da sede e

ingestão voluntária, que, juntos, mantém a homeostase (AIRES, 1999).

2.2.1. Sinais clínicos e laboratoriais

Os ruminantes contam com grande quantidade de líquidos presentes nos pré-estômagos e, por essa razão, não são afetados com a mesma gravidade que os animais monogástricos. Todavia, os quadros de desidratação continuam sendo importantes e apresentam riscos ao animal (DIRKSEN; GRÜNDER; STÖBER, 1993).

Apesar dos sinais clínicos indicadores de desidratação em ruminantes serem subjetivos, considera-se como parâmetros confiáveis: diminuição da elasticidade da pele, enoftalmia, redução da temperatura das extremidades corpóreas, perda de peso, ressecamento de mucosas e fraqueza muscular (DIRKSEN; GRÜNDER; STÖBER, 1993; ROUSSEL, 2004; SMITH, 2009).

A desidratação também pode ser quantificada comparando-se o peso inicial com o peso do animal desidratado, que será menor. Entretanto, o peso inicial raramente é conhecido (FEITOSA, 2014).

Feitosa (2014), cita que o sinal mais importante é o ressecamento e enrugamento cutâneo. Sabe-se que a pele de animais hígidos é elástica e, quando pinçada, volta rapidamente à sua posição de origem. O tempo desejado para que a pele volte à posição de origem é de 2 segundos e, quanto maior for o grau da desidratação, maior será o tempo em que a pele permanece “pinçada” (FEITOSA, 2014).

A pele da pálpebra superior e da região da tábua do pescoço, são bons indicadores de desidratação em grandes animais, entretanto, o fator raça deverá ser considerado, visto que algumas apresentam pele em excesso. Além disso, a idade poderá alterar fisiologicamente a elasticidade da pele e a condição nutricional do paciente poderá alterar a avaliação. O acúmulo de gordura corporal poderá sugerir em um grau de desidratação subestimado, enquanto a ausência de tecido adiposo em animais magros, podem gerar superestimação do grau de desidratação (FEITOSA, 2014).

As alterações laboratoriais em animais desidratados, demonstram: aumento do hematócrito e da concentração de proteínas plasmáticas, além do aumento de íons e da densidade urinária (DIRKSEN; GRÜNDER; STÖBER, 1993; SPEIRS; WRIGLEY, 1997; LISBÔA, 2004; SMITH, 2009; FEITOSA, 2014).

Quando a perda hídrica não é acompanhada de perda de eletrólitos, é possível que os animais, mesmo desidratados, não manifestem sinais clínicos (DEARO, 2001). Nas

desidratação discretas, de 5% a 7%, não há alterações clínicas marcantes, enquanto as desidratações moderadas e intensas demonstram aprofundamento ou retração do globo ocular, consequência da perda de fluido na região periorbital (FEITOSA, 2014).

Os sinais citados são generalistas e apresentam-se como orientação para estimar o grau de desidratação nas diferentes espécies. Sabe-se que existem variações entre espécies e entre indivíduos (FEITOSA, 2014). Além disso, até o momento, os sinais clínicos são mais bem estabelecidos em animais jovens e especialmente caracterizados em animais jovens com desidratação decorrente de diarreias (LISBÔA, 2004), fazendo com que a desidratação em animais adultos seja extrapolada dos trabalhos realizados em bezerros (CONSTABLE *et al.*, 1998).

2.2.2. Estabelecimento dos marcadores de desidratação em bovinos

As manifestações clínicas observadas em quadros de desidratação apresentam, geralmente, baixas sensibilidade e especificidade. Além disso, por ser subjetiva, a interpretação demonstra grande variação de acordo com o profissional responsável por aferir os parâmetros clínicos (JÉQUIER; CONSTANT, 2010; HOYLE *et al.*, 2011; SHIMZU; KINOSHITA; HATTORI, 2012).

Ainda assim, na medicina humana, o exame físico é de extrema importância e, essa avaliação, permanece sendo considerada como padrão ouro para o diagnóstico das desidratações (HOOPER *et al.*, 2014).

De forma similar, na medicina veterinária, a avaliação de animais desidratados também é baseada em sinais clínicos (RADOSTITS *et al.*, 2010) e em exames laboratoriais (FIELDING, 2018), sendo também considerada subjetiva (RADOSTITS *et al.*, 2010).

Sabe-se que a caracterização dos processos de desidratação é indispensável para a escolha e sucesso do tratamento de cada paciente (PRITCHARD *et al.*, 2008) e, até o momento, não foram encontradas publicações que busquem avaliar e padronizar os parâmetros clínicos e laboratoriais dos diferentes graus de desidratação em bovinos adultos.

2.3. Equilíbrio ácido base

A manutenção da vida animal depende de uma série de reações químicas, que podem gerar substâncias acidificantes ou alcalinizantes e, portanto, são dependentes da variação do potencial hidrogeniônico (pH) (ORTOLANI, 2003b). Da mesma forma, o equilíbrio hidroeletrolítico e ácido-base é fundamental para o funcionamento do organismo (MUIR; MORAIS, 1996; KLEIN, 2014).

Para que o organismo esteja em homeostase, é necessário que haja um equilíbrio entre o ganho de íons H^+ e a excreção do mesmo (CARLSON, 1997; HALL, 2011). Essa regulação nos líquidos corporais é indispensável, considerando-se que quase todos os sistemas sofrem ações relacionadas à concentração de íons H^+ (HALL, 2011).

O pH sanguíneo deve permanecer próximo à neutralidade, com leve tendência alcalina. Entretanto, as reações metabólicas podem provocar alterações e gerar um pH mais ácido ou mais básico (ORTOLANI, 2003). A variação do mesmo é inversa à concentração de íons H^+ , ou seja, quando a concentração sérica de H^+ é elevada, há diminuição do pH e acidemia e quando a concentração sérica de H^+ é reduzida, há aumento do pH e alcalinemia (CARLSON, 1997).

A acidose metabólica é o processo em que há redução do pH e do bicarbonato, em consequência do aumento da concentração de íons H^+ ou perda de HCO_3^- (LOPES *et al.*, 1996). Nesse caso, o sangue apresentará excesso de ácidos ou deficiência de bases e, conseqüentemente, observa-se uma redução do pH sanguíneo (THRALL *et al.*, 2007).

Já na alcalose metabólica, tem-se elevação do pH e concomitante aumento da concentração de bicarbonato (LOPES *et al.*, 1996).

Manter o pH sanguíneo em equilíbrio é indispensável para que os processos vitais aconteçam de forma eficiente (HALL, 2011) e, para que não ocorram variações séricas exorbitantes, o organismo utiliza três mecanismos tamponantes: sistema tampão, sistema respiratório e sistema renal (HALL, 2011; ORTOLANI, 2003b).

Os dois primeiros sistemas podem agir em minutos para evitar alterações exacerbadas nas concentrações de H^+ e, algumas vezes, a restauração completa do equilíbrio ácido base poderá ser mais demorada, durando horas as vezes dias (REECE, 2006).

2.3.1. Sistema tampão

O sistema tampão impede que haja alterações exacerbadas nas concentrações de íons H^+ e, conseqüentemente no pH sanguíneo (HALL, 2011; KLEIN, 2014). Existem os tampões extracelulares (bicarbonato, fosfatos e proteínas plasmáticas) e os intracelulares (proteínas, fosfatos orgânicos e inorgânicos), que são capazes de liberar hidrogênio provocando alterações leves no organismo (LOPES *et al.*, 1996).

Geralmente, tem-se a associação de um ácido fraco e uma base conjugada, por exemplo: para o a base conjugada bicarbonato (HCO_3^-), o ácido fraco será o ácido carbônico (H_2CO_3) e este é considerado o tampão mais importante para o organismo, uma vez que as suas concentrações são reguladas de forma independente, sendo o CO_2 regulado pelo sistema

respiratório e o HCO_3^- pelos rins (REECE, 2017).

Sabe-se que a redução do ácido promove aumento secundário na concentração de sal, que será responsável pela elevação do pH (alcalose). Diante da presença excessiva de íons H^+ , o tamponamento é feito pela transformação do HCO_3^- em H_2CO ($\text{H}^+ + \text{HCO}_3^-$), permitindo a redução do pH (GLASHAN *et al.*, 1991).

Este é considerado o tampão mais importante para o organismo, uma vez que as suas concentrações são reguladas de forma independente, sendo que na relação $\text{HCO}_3^- / \text{H}_2\text{CO}_3$, o bicarbonato é regulado pelos rins, enquanto a dissociação de H_2CO_3 em CO_2 , é regulada pelo sistema respiratório (GLASHAN *et al.*, 1991; REECE, 2017).

A equação que determina esse equilíbrio é denominada equação de Henderson-Hasselbach e quando essa atinge o equilíbrio, é possível observar uma proporção de 1:340 entre H_2CO_3 e CO_2 , respectivamente. Devido a essa proporção e em razão da baixa quantidade de H_2CO_3 em relação a CO_2 e HCO_3^- , o sistema tampão será melhor representado (DIBARTOLA, 2012).

O sistema tampão de fosfatos age de forma semelhante (REECE, 2017) e embora a concentração sanguínea de fosfatos seja reduzida, a concentração nos túbulos renais deve ser considerada (KLEIN, 2014).

As proteínas são moléculas que contêm diversos grupos ácidos e básicos que reagem a partir da recepção de íons hidrogênio e, apesar de não serem considerados tampões sanguíneos significativos, são capazes de atuar nas células, em conjunto com os fosfatos de forma eficaz (REECE, 2017).

2.3.2. Sistema respiratório

O mecanismo respiratório apresenta papel significativo no tamponamento do organismo (REECE, 2017) e atua alterando as taxas de excreção de dióxido de carbono (CO_2) e, conseqüentemente, promovendo alterações na concentração sérica de ácido carbônico (H_2CO_3). Esse processo acontece por meio da anidrase carbônica, enzima catalisadora presente nas hemácias e outras células (KLEIN, 2014).

Esse tamponamento pode ocorrer rapidamente, de acordo com a velocidade de eliminação do CO_2 do sangue e do aumento da frequência respiratória, que será responsável pelo aumento da produção de H_2CO_3 e formação do gás carbônico (KLEIN, 2014).

Cerca de 80% do transporte de CO_2 acontece na forma de H_2CO_3 e para que haja a formação de ácido carbônico, o organismo utiliza um íon H^+ , que passa a ficar reduzido e, dessa

forma, aumenta-se o pH sanguíneo (KLEIN, 2014; REECE, 2017).

Nas reações metabólicas em geral, há produção de gás carbônico, que se difunde para o plasma e glóbulos vermelhos. No plasma, o CO_2 combina-se com a água, forma H_2CO_3 e, a partir disso, ocorre dissociação em íons H^+ e HCO_3^- , enquanto nos glóbulos vermelhos, a presença de anidrase carbônica faz com que a hidratação do CO_2 seja mais rápida, havendo dissociação de H_2CO_3 em H^+ e HCO_3^- (GLASHAN *et al.*, 1991).

Diante de alterações no equilíbrio ácido-base, os pulmões são capazes de regular a pCO_2 , promovendo maior ou menor ventilação. Isso acontece após a adição de ácidos não voláteis, que serão imediatamente tamponados pelo HCO_3^- , que será convertido em CO_2 pela enzima anidrase carbônica. A maior ventilação pulmonar é promovida pelo aumento de CO_2 , na tentativa de eliminar o excesso dessa substância do organismo. Essas reações acontecerão em conjunto com a regulação pelo sistema renal (CARLSON; BRUSS, 2008).

2.3.3. Sistema renal

Apesar da capacidade de neutralizar as alterações no pH sanguíneo apresentadas pelos sistemas tampão e respiratório, sabe-se que a principal excreção de íons H^+ acontece no sistema renal (KLEIN, 2014).

A manutenção de concentrações normais de H^+ no LIC e no LEC é dependente da eliminação renal, assim como de outros mecanismos de tamponamento (HALL, 2011).

Existem três mecanismos básicos para o controle da concentração de íons H^+ nos rins: secreção de íons H^+ ; reabsorção de bicarbonatos que já foram filtrados e produção de novos bicarbonatos, que serão devolvidos ao organismo (CARLTON; MCGAVIN, 1998; HOUPPT, 2006; KLEIN, 2014).

De acordo com Houpt (2006), a excreção de H^+ pelas células tubulares renais está associada ao pH intracelular, que sofre modificações de acordo com o pH sanguíneo. Dessa forma, na acidose, tem-se um aumento da excreção de íons H^+ e na alcalose, há diminuição da excreção de íons H^+ .

Nota-se a importância desse sistema para o organismo e que, qualquer lesão de função renal poderá resultar em alteração das funções orgânicas, assim como desequilíbrios hidroeletrólíticos e ácido base (CARLSON; MCGAVIN, 1996; NELSON; COUTO, 2014).

2.4. Osmolalidade

Para a manutenção do equilíbrio osmótico nos compartimentos intra e extracelulares, ocorrem diversas reações químicas simultaneamente (FARIA *et al.*, 2007), que são

influenciadas pela concentração de eletrólitos e pela consequente eletroneutralidade entre os meios (ROSE; POST, 2001).

A osmolalidade sérica é um parâmetro importante que permite avaliar o equilíbrio hidroeletrolítico e auxilia na elaboração da composição da solução eletrolítica que será utilizada (BROWNLOW; HUTCHINS, 1982).

A osmolalidade está relacionada com o número de partículas em solução e é dependente da força osmótica exercida pelos eletrólitos (solutos) sobre as soluções, sendo, portanto, dependente da concentração sérica desses eletrólitos, especialmente do sódio. Essa variável é medida em miliosmoles de soluto por quilograma de solução (mOsm kg^{-1}) (ROSE; POST, 2001; KANEKO, 2008; HALL, 2011). A osmolalidade de uma solução aumenta à medida que a concentração de solutos na solução aumenta (HALL, 2011).

Para a espécie bovina, os valores considerados normais para a osmolalidade plasmática estão em torno de 300 mOsm kg^{-1} (CARLSON; 1997; RADOSTITS *et al.*, 2010; KANEKO *et al.*, 2008). A perda de líquido hipotônico promove aumento na concentração sérica da osmolalidade e este é um parâmetro a ser considerado nos quadros de desidratação (HOOPER *et al.*, 2015)

2.5. Eletrólitos

Fan *et al.*, (1994), citam que não existem processos metabólicos que permaneçam inalterados ou que não dependam da concentração dos eletrólitos, considerando-se que esses apresentam múltiplas atividades.

Como função principal, tem-se a manutenção do equilíbrio osmótico (CASTRO, 2013). As trocas entre sódio, potássio, cloreto e outros ânions, permitem, por exemplo, que a água seja difundida entre os compartimentos intra e extracelular (GILLESPIE *et al.*, 1975), possibilitando a manutenção do equilíbrio entre as forças osmóticas (HINTON, 1978).

Além disso, esses eletrólitos participam efetivamente da condução de impulsos nervosos, contração muscular, controle da volemia e do equilíbrio ácido base (COELHO, 2002). Os rins apresentam importante atuação na manutenção da concentração de eletrólitos plasmáticos (sódio, potássio e cloreto) (ROSE, 1981).

2.5.1. Sódio

O íon sódio (Na^+) é o principal cátion do LEC (TAYLOR; HILLYER, 1997), e representa um dos principais responsáveis pelo controle da osmolaridade plasmática (ANDREWS; GRINDEM, 2000) e da pressão arterial (JOHNSON, 1995; CARLSON; BRUSS,

2008), junto ao cloreto (OLIVER-ESPINOSA, 2018). O sódio é, ainda, o eletrólito presente em maior quantidade na maioria dos alimentos. A concentração plasmática do sódio permite o estabelecimento da relação entre o sódio total presente no organismo e a quantidade total de água (SMITH, 2009).

A hiponatremia ou redução dos níveis plasmáticos de sódio, acontece quando a perda de sódio é superior à perda de água, enquanto a hipernatremia ou aumento dos níveis plasmáticos de sódio é caracterizada por perda de água livre por privação ou redução da ingestão (STOCKHAM, 1995).

A regulação desse mecanismo acontece, principalmente, nos túbulos distais, que promovem a reabsorção e excreção de potássio pela ação da aldosterona (CORRÊA; GONZÁLEZ; SILVA, *et al.*, 2017).

Essa reabsorção acontece de três formas: a aldosterona facilita o transporte dos íons sódio do lúmen para o interior da célula tubular e este é direcionado ao espaço intersticial; um transportador de membrana faz a substituição do sódio presente nos túbulos por íons H^+ no interior das células e, ainda, ocorre reabsorção por ingresso do sódio na célula, por ação dos íons cloreto (CORRÊA; GONZÁLEZ; SILVA, *et al.*, 2010).

Cerca de 80% do sódio será absorvido nos túbulos contorcidos proximais, de forma proporcional à quantidade de água presente no organismo. Sendo assim, alterações nas concentrações séricas de sódio, alteram o equilíbrio hídrico. Além disso, sua excreção é diretamente relacionada à reabsorção de potássio (SMITH, 2009).

Cerca de 80% do sódio será absorvido nos túbulos contorcidos proximais, de forma proporcional à quantidade de água presente no organismo. Sendo assim, alterações nas concentrações séricas de sódio, alteram o equilíbrio hídrico e, diretamente, o volume do LEC e da osmolaridade sanguínea. Além disso, o sódio tem sua excreção diretamente relacionada à reabsorção de potássio e torna-se, portanto, de extrema importância para a manutenção do volume e tonicidade dos fluidos corporais (MANNING, 2001; SMITH, 2009) e, conseqüentemente, a sua reposição nos quadros de desidratação torna-se indispensável.

2.5.2. Potássio

O potássio (K^+) é o principal cátion do LIC (HOUPY, 2006; SMITH, 2009; (CORRÊA; GONZÁLEZ; SILVA, *et al.*, 2017) e, segundo Johnson (1995), a regulação desse íon é dependente da ingestão, absorção intestinal e das perdas pela urina, suor e fezes. Cerca de 98% do potássio total é encontrado no interior das células (HOUPY, 2006).

O equilíbrio entre as concentrações intra e extracelulares de K^+ são essenciais para o

potencial de membrana e excitabilidade dos tecidos nervoso e muscular (JOHNSON, 1995) e, assim como o sódio, são regulados pela bomba de $\text{Na}^+ - \text{K}^+\text{ATP}$, que promove a troca entre sódio intracelular e potássio extracelular (FIELDING, 2015).

O equilíbrio entre as concentrações intra e extracelulares de K^+ são essenciais para o potencial de membrana e excitabilidade dos tecidos nervoso e muscular (JOHNSON, 1995).

A hipocalemia ou redução da concentração plasmática de potássio, aumenta o potencial de membrana e a hiperpolarização e, conseqüentemente, tem-se fraqueza ou paralisia. O aumento de potássio na concentração plasmática (hipercalemia), promove a diminuição do potencial de membrana e conseqüente hiperexcitabilidade (PATRICK, 1977; DIBARTOLA, 2012).

Além disso, o K^+ pode exercer função vasodilatadora, aumentando o fluxo sanguíneo e reduzindo a resistência vascular periférica quando liberado em músculos em atividade de contração (BERNE *et al.*, 2004).

De acordo com Robinson (2004), quando os níveis séricos de K^+ apresentam-se reduzidos, esse eletrólito movimenta-se do LIC para o LEC e sofre substituições por íons H^+ . Esse fato, faz com que haja perda de íons H^+ , gerando um quadro de alcalose metabólica, e o organismo aciona o sistema tampão e a concentração de HCO_3^- é reduzida.

Esse cátion poderá ser absorvido ou excretado pelo sistema renal e é dependente da presença de íons H^+ e do equilíbrio ácido base (COELHO, 2002).

2.5.3. Cloreto

O cloreto (Cl^-) é o principal ânion presente no LEC (TAYLOR; HILLYER, 1997) e sua concentração plasmática está relacionada às concentrações de sódio e de bicarbonato (JOHNSON, 1995; ANDREWS; GRINDEM, 2000; SMITH, 2009).

Esse eletrólito é secretado no estômago e sua absorção ocorre na porção final do intestino delgado (SEAHORN; SEAHORN, 2003) e desempenha função fundamental na eletroneutralidade (ROSE *et al.*, 1981).

Diante de perdas na concentração plasmática de cloreto, ocorre a mobilização de HCO_3^- , para que a eletroneutralidade seja mantida e, em razão desse mecanismo, é possível que se desenvolva alcalose metabólica (ROSE *et al.*, 1981), havendo compensação para manutenção das cargas elétricas no organismo (NAPPERT; JOHNSON, 2001).

Variações no equilíbrio ácido base estão diretamente relacionadas com as alterações plasmáticas dos níveis de cloreto (SAXTON; SELDIN, 1986). Por essa razão, alterações nas concentrações de cloreto exigem atenção para a possibilidade de desenvolvimento de

desequilíbrios ácido base (SMITH, 2009).

A hipercloremia ou aumento da concentração plasmática de Cl^- , está associada à acidose metabólica, como consequência da menor perda de cloreto, em comparação ao bicarbonato (SAXTON; SELDIN, 1986).

Segundo Jose-Cunilleras (2004), quando as perdas de cloreto são exacerbadas, os rins atuam absorvendo mais bicarbonato, o que resulta em alcalose metabólica hipoclorêmica.

De acordo com Kaneko *et al.*, (2008), as alterações no equilíbrio hídrico, podem gerar consequências nas concentrações plasmáticas de Na^+ e Cl^- . A redução da água faz com que haja aumento exacerbado da concentração de sódio, contribuindo para o desenvolvimento de alcalose metabólica, além da elevação da concentração de bicarbonato. De forma oposta, o excesso de água poderá acarretar acidose metabólica (KANEKO *et al.*, 2008).

3. JUSTIFICATIVA E OBJETIVOS

A ocorrência de desidratação em bovinos enfermos é um sinal clínico frequentemente diagnosticado na clínica buiátrica. Atualmente, diante do nível de desenvolvimento da medicina veterinária, o estabelecimento de parâmetros físicos e laboratoriais fidedignos e confiáveis e que sejam de baixo custo e rápidos para identificar com precisão a ocorrência e o grau de desidratação se fazem punjantes. Destarte, propôs-se determinar parâmetros físicos e laboratoriais mais objetivos para a determinação da desidratação de bovinos adultos.

3.1. Objetivos gerais

Avaliar os principais parâmetros clínicos e laboratoriais de bovinos adultos submetidos a um protocolo de desidratação.

3.2. Objetivos específicos

- Avaliar e descrever as alterações clínicas e laboratoriais em resposta a um protocolo de desidratação experimental em bovinos adultos;
- Avaliar por exame físico do grau de enoftalmia, turgor cutâneo, tempo de enchimento capilar; frequências cardíaca e respiratória; temperatura retal e de extremidades; coloração e umidade das mucosas; motilidade ruminal; umidade do muflo, peso corporal e circunferência abdominal;
- Avaliar do hematócrito e variáveis bioquímicas (Na^+ , Cl^- , Mg^{++} , K^+ , Ca^{++} , proteína

total, ureia, creatinina, glicose, lactato);

- Avaliar parâmetros hemogasométricos (pH, pCO₂, HCO₃⁻, cBase, Ânion Gap e SID);
- Avaliar parâmetros urinários (volume, cor, aspecto, pH, densidade e testes bioquímicos);
- Avaliar parâmetros fecais (aspecto e teor de umidade).

4. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em conformidade com as recomendações da Legislação Brasileira, após apreciação e aprovação pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal de Viçosa (CEUA/UFV) sob número de protocolo 06/2021 e seguiu as Normas de Conduta para o Uso de Animais no Ensino, Pesquisa e Extensão do Departamento de Veterinária (DVT) da Universidade Federal de Viçosa (UFV).

4.1. Local de realização do estudo e animais

O experimento foi realizado no Departamento de Veterinária da Universidade Federal de Viçosa, no município de Viçosa, Minas Gerais, à uma altitude de 663 metros, Latitude: -20.7546, Longitude: -42.8825 20°, no mês de setembro de 2021.

As condições meteorológicas foram aferidas pelo *AccuWeather*, que indicou média de temperatura máxima de 26°C e média de temperatura mínima de 15°C para os dias em que foram realizadas as análises.

Foram utilizados 10 bovinos, fêmeas mestiças de raças leiteiras, híginas, não gestantes, não lactantes e apresentando bom escore corporal (FEITOSA, 2014), apresentando peso corporal entre 235 e 591kg. No período de estudo, as vacas foram monitoradas e receberam capim elefante picado (*Pennisetum purpureum*), água e suplemento mineral *ad libitum*. Todos os animais receberam 1% do peso corporal em concentrado, que foi fracionado em duas porções por dia.

4.2. Delineamento experimental

Os animais passaram por um período de sete dias de adaptação nos quais foram mantidos em baias de alvenaria 4x4 metros com cama de maravalha, antes do início do

experimento, para adaptação ao ambiente. Todos os animais foram submetidos ao mesmo protocolo de desidratação. Os animais foram desidratados e os procedimentos experimentais foram realizados, dividindo-se os animais, a fim de facilitar o manejo. Na primeira semana, foram utilizados 4 animais no experimento, na segunda semana, também foram utilizados 4 animais, enquanto na terceira semana, foram utilizados 2 animais no experimento.

O protocolo de desidratação foi constituído de 72 horas de restrição hídrica e alimentar e, neste período, os animais foram submetidos à exames físicos e laboratoriais, considerando-se um intervalo de oito horas entre as avaliações.

4.3. Colheita de material biológico, avaliações laboratoriais e exame dos animais

Todas as amostras de sangue foram colhidas após antissepsia, por venopunção jugular, utilizando-se sistema a vácuo para múltiplas colheitas com agulhas 22G. O processamento foi realizado imediatamente após cada colheita.

As colheitas de amostras para avaliação laboratorial e o exame físico dos animais desidratados foram realizadas a cada oito horas e a divisão dos tempos está demonstrada na Figura 1.

As amostras de sangue foram colhidas em frascos à vácuo, contendo EDTA para realização do hemograma, mensuração do volume globular e proteína plasmática. O processamento das amostras e determinação destas variáveis ocorreu imediatamente após a sua obtenção. A determinação do hematócrito foi realizada pela técnica de microhematócrito. As proteínas plasmáticas totais, foram avaliados por meio de refratrometria. Para a avaliação hemogasométrica, foram coletados dois mililitros de sangue em seringas contendo heparina lítio. O processamento da amostra obtida também foi imediatamente realizado em hemogasômetro³ e foram determinados os valores para: pH, pCO₂, cHCO₃⁻, cBase, Ânion Gap e DIF.

O ânion gap (AG) foi calculado pela equação (DIBARTOLA, 2012):

$$\mathbf{AG} \text{ (mmol L}^{-1}\text{)} = ([\text{Na}^+] + [\text{K}^+]) - ([\text{Cl}^-] + [\text{HCO}_3^-])$$

E a diferença de íons fortes (DIF) foi determinada pela equação (CONSTABLE, 2000):

$$\mathbf{DIF} \text{ (mmol L}^{-1}\text{)} = ([\text{Na}^+] + [\text{K}^+]) - [\text{Cl}^-].$$

Para determinação do perfil bioquímico, o sangue foi colhido em frascos à vácuo sem anticoagulante para obtenção de soro e contendo fluoreto de sódio e EDTA para obtenção do

plasma. A mensuração das concentrações séricas de cloreto (Tiocianato de Mercúrio), cálcio total (Arsenazo III), fósforo (Molibdato – UV), magnésio (Azul de Xilidil), ureia (Cinético de Tempo Fixo), creatinina (Colorimétrico Enzimático), proteína total (Biureto) e a determinação das concentrações plasmáticas de glicose (Enzimático Colorimétrico – GOD) e lactato (UV enzimático – LDH) foram realizadas em analisador automático de bioquímica clínica¹. A determinação da osmolaridade sérica foi realizada por depressão do ponto de congelamento².

1 Bioclin Quibasa Química Básica Ltda., Brasil

2 Osmometer 3320 - Advanced Instruments Inc., USA.

3 Cobas b 121, Roche Diagnóstica Ltda., Brasil

Início da desidratação	Desidratação									Reidratação
0h	8h	16h	24h	32h	40h	48h	56h	64h	72h	84h
• Exame físico 	• Exame físico 	• Exame físico 	• Exame físico 	• Exame físico 	• Exame físico 	• Exame físico 	• Exame físico 	• Exame físico 	• Exame físico 	• Exame físico 
• Colheita de material biológico	• Colheita de material biológico	• Colheita de material biológico	• Colheita de material biológico	• Colheita de material biológico	• Colheita de material biológico	• Colheita de material biológico	• Colheita de material biológico	• Colheita de material biológico	• Colheita de material biológico	• Colheita de material biológico
• Imediatamente anterior a indução da desidratação	Período trans-desidratação									* Reidratação das vacas

*Todos os animais após as 72h de desidratação foram reidratados. Dados a serem publicados à parte

Fonte: SANTOS; AVANZA; VIANNA / DVT – UFV, 2022.

Figura 1: Imagem esquemática da divisão dos tempos de avaliação durante o período experimental.

A colheita de urina foi realizada por micção espontânea ou, quando não houve micção, por estímulo com massagem perineal (DIRKSEN; GRÜNDER; STÖBER, 1993) e a colheita de fezes foi realizada por defecação espontânea ou, quando não houve defecação, por retirada da amostra diretamente do reto dos animais.

Em cada amostra de urina obtida, foi mensurado pH³ e densidade pela técnica de refratometria. Após isso, uma alíquota foi centrifugada durante 15 minutos a 1409 força G, o sobrenadante foi armazenado em microtubos de 2 ml e congelado a -20°C para posterior análise bioquímica.

As concentrações urinárias de sódio e potássio foram determinadas pela técnica de fotometria de chama⁴, as seguintes variáveis: cloreto (Tiocianato de Mercúrio), cálcio total (Arsenazo III), magnésio (Azul de Xilidil), ureia (Cinético de Tempo Fixo) e creatinina (Colorimétrico Enzimático), foram realizadas em analisador automático de bioquímica clínica⁵,

Cada alíquota de fezes foi pesada e colocada na estufa. Diariamente, o peso das fezes foi determinado até que não houvesse mais alterações no valor da amostra. Então, empregou-se o cálculo da porcentagem de água em cada amostra de acordo com a fórmula a seguir, considerando-se F1 como peso inicial e F2 como peso final da amostra de fezes.

$$\% \text{ Teor Umidade das Fezes} = \left(\frac{F_1 - F_2}{F_1} \times 100 \right)$$

O exame físico dos animais, seguiu as recomendações de Feitosa (2014), em que foram aferidos os seguintes parâmetros clínicos:

- Frequência cardíaca (FC): aferida por auscultação e contagem dos batimentos cardíacos por minuto (bpm);
- Frequência respiratória (FR): aferida por auscultação e contagem dos movimentos respiratórios por minuto (mrpm);
- Temperatura retal e de extremidades: aferidos com auxílio de termômetros digital e infravermelho;
- Turgor cutâneo: efetuado pela formação de uma prega cutânea realizada pelo pregueamento de pele, na tábua do pescoço, aferindo-se o tempo em segundos do retorno da prega de pele;
- Tempo de enchimento capilar: aferido em mucosas gengival e vulvar;

3 pHmetro portátil K39-0014P, Kasvi, Brasil.

4 Fotômetro de Chama – B462 – Micronal S/A, Brasil.

5 HumaStar 300, Human Diagnóstica, Alemanha.

- Peso corporal: aferido em balança para pesagem de grandes animais;
- Circunferência abdominal: aferida com fita para pesagem de bovinos, com escala em centímetros;
- Coloração das mucosas: aferidas considerando-se a seguinte classificação no Quadro 1.

Quadro 1: Escore de coloração de mucosas:

Classificação	Característica
1	Perlácea
2	Rosa pálido
3	Rosa
4	Vermelho claro
5	Vermelho intenso
6	Cianose
7	Icterícia

1	2	3	4	5	6	7
Perlácea	Rosa pálido	Rosa	Vermelho claro	Vermelho intenso	Cianose	Icterícia

- Umidade das mucosas: aferidas considerando-se a seguinte classificação no Quadro 2.

Quadro 2: Escore de umidade das mucosas

Classificação	Característica
1	Úmida
2	Pegajosa
3	Levemente ressecada
4	Ressecada

- Umidade do muflo: Secado com papel toalha e observado o tempo de retorno das gotículas, aferida visualmente seguindo-se classificação no Quadro 3.

Quadro 3: Escore de umidade do muflo:

Classificação	Característica
1	Úmido
2	Pouco ressecado
3	Totalmente ressecado

- Características das fezes (umidade e aspecto) seguindo-se classificação no Quadro 4.

Quadro 4: Escore de umidade das fezes.

Classificação	Característica
0	Aquosas (líquidas/diarreicas)
1	Pastosas finas (o bolo se espalha)
2	Normais/pastosas médias (círculos concêntricos)
3	Ressecadas (fezes em disco)
4	Totalmente Ressecadas (bolas de fezes)

(Adaptado de DIRKSEN; GRÜNDER; STÖBER, 1993)

- Características da urina (cor: avaliada visualmente seguindo-se a escala descrita por Sink e Feldman (2004), densidade: avaliada por refratrometria, pH: avaliado por phmetro; turbidez avaliada visualmente, fazendo-se o teste de leitura através da urina). A classificação da coloração da urina está descrita no Quadro 5.

Quadro 5: Escore de coloração da urina:

Classificação	Característica
1	Amarelo claro
2	Amarelo
3	Amarelo escuro
4	Amarelo âmbar

(SINK; FELDMAN, 2004)

1	2	3	4
Amarelo claro	Amarelo	Amarelo escuro	Amarelo âmbar

- Motilidade ruminal: aferida durante cinco minutos na fossa paralombar. esquerda, seguindo-se as classificações no Quadro 6:

Quadro 6: Escore de motilidade ruminal:

Classificação	Característica
0	Atonia
1	Hipomotilidade
2	Normal
3	Hipermotilidade

- Enoftalmia: aferida pela distância entre o globo ocular e a conjuntiva palpebral, utilizando-se escala milimétrica presente nas fitas para teste de Schirmer StypsVet®.

4.4. Análise estatística

Para avaliar os efeitos da desidratação, as variáveis quantitativas foram submetidas à análise descritiva e os dados estão apresentados nas tabelas, por meio de médias e desvio padrão. A simetria da distribuição dos dados foi avaliada pelo teste de Shapiro-Wilk e a homogeneidade das variâncias, pelo teste de Levene. Nestas variáveis, os efeitos principais do tempo, dos tratamentos e da interação tempo*tratamento, foram avaliados utilizando-se análise de variância (ANOVA) fatorial de desenho misto, tomando-se o tempo como fator intragrupo. Quando necessário, empregou-se o teste post hoc de Tukey para as múltiplas comparações. Quando não foi possível utilizar a ANOVA, o teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis junto ao post hoc de Dunn foram empregados para avaliar o efeito principal do tempo. Para as variáveis qualitativas, optou-se pela apresentação dos resultados em tabelas de referência cruzada, contendo as contagens e frequências observadas e, quando possível, a associação foi obtida por meio do teste qui-quadrado de Pearson. Todas as análises foram realizadas pelo pacote estatístico MINITAB versão 19.1 (MINITAB, Statistical Software, EUA) considerando $\alpha=5\%$.

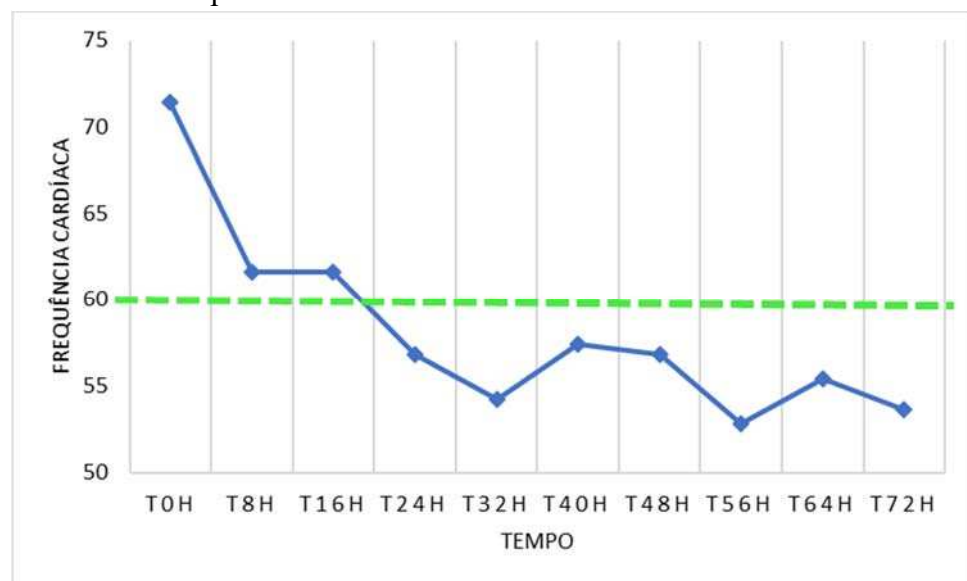
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Frequência cardíaca

As frequências cardíacas (FC) das vacas não foram influenciadas pelo tempo durante o período experimental ($p>0,05$). Todavia observa-se que a partir de 24 horas de desidratação, mesmo que estatisticamente não diferentes entre si, os valores encontrados para a FC são inferiores àqueles descritos na literatura como parâmetros fisiológicos para vacas híginas (Tabela 7). Esses valores reduzidos de FC podem ser explicados pelo período de permanência em restrição hídrica e alimentar que, conseqüentemente, reduz o metabolismo basal (FEITOSA, 2014).

O alto desvio padrão encontrado nas mensurações deve-se a movimentação dos animais da baia para o tronco de contenção e estresse gerado no momento da manipulação, apesar da ambientação e manejo prévios dos animais. De acordo com Radostits *et al.*, (2010), a presença de fatores que gerem estresse ou dor está relacionada à liberação de cortisol e catecolaminas que, conseqüentemente, geram alterações na frequência cardíaca. Além disso, considera-se que a variação de idade e peso dos animais utilizados no presente experimento, tenha sido importante na variação do desvio padrão.

Figura 2: Valores médios para frequência cardíaca de bovinos adultos desidratados experimentalmente.



5.2. Frequência respiratória

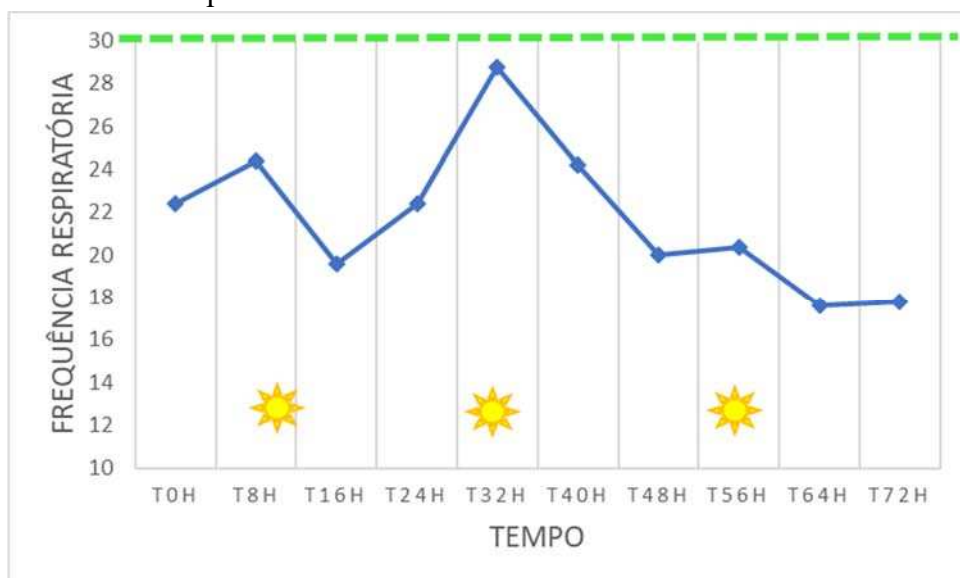
Em nenhum dos tempos, a frequência respiratória manteve-se fora da faixa de fisiológica para a espécie (Tabela 7). Entretanto, houve diferença estatística na comparação entre os tempos ($p < 0,05$).

Destaca-se que de acordo com o delineamento proposto, no tempo T32h, o qual apresentou aumento significativo ($p < 0,05$), a avaliação dos animais foi realizada às 14:00h, coincidindo com o período e dia mais quente, de forma que nos outros períodos de avaliação as 14:00h (T8h e T56h) a temperatura do dia apesar de estatisticamente iguais estava menor.

Sabe-se que o estresse térmico, movimentação, estresse e quadros de desidratação em si, promovem elevação da frequência respiratória (RADOSTITS *et al.*, 2010; KLEIN, 2014). Apesar disso, Hall (2011), cita que o efeito da temperatura do ambiente sobre a frequência respiratória é considerado pequeno. De fato, no tempo citado, houve aumento da FR, ainda que estatisticamente significativo, ele permaneceu dentro da faixa de parâmetros fisiológicos para a espécie.

De acordo com Young e Landsberg (1975), cerca de 24 horas de jejum, já são suficientes para gerar efeitos na redução da liberação de noradrenalina. Como consequência, há inibição do sistema nervoso simpático, gerando bradicardia e discreta redução da frequência respiratória. Esse fato corrobora com os resultados observados nesse estudo, embora ressalte-se que o a FC não diferiu estatisticamente entre os tempos estudados.

Figura 3: Valores médios para frequência respiratória de bovinos adultos desidratados experimentalmente.



5.3. Temperatura retal e de extremidades

Segundo Klein (2014), animais desidratados podem ter a capacidade de regulação da temperatura corporal afetada.

No presente estudo, ocorreram discretas variações na temperatura retal ao longo da indução da desidratação (Tabela 1) que, permaneceram dentro dos limites considerados fisiológicos para a espécie. Não houve diferença estatística para essa variável ($p>0,05$).

Sabe-se que a principal fonte de calor é proveniente de processos metabólicos (FEITOSA, 2014) e, com a redução do metabolismo, essa geração de calor também pode ser afetada. Dessa forma, pode-se afirmar que o aumento da temperatura corporal acelera as reações metabólicas, enquanto a redução de temperatura é capaz de deprimir essas reações (REECE, 2017).

Acredita-se que no presente estudo essa variável permaneceu dentro dos valores fisiológicos, demonstrando que o jejum provocado reduziu o metabolismo, inibindo o sistema simpático, mas não a ponto de gerar hipotermia.

De acordo com Constable (1998), a mensuração da temperatura de extremidades pode ser indicadora do fluxo sanguíneo periférico em bezerros com diarreia. A aferição pode ser realizada em cabeça, focinho, orelhas, base do chifre, membros, tetas, escroto e cauda (DIRKSEN; GRÜNDER; STÖBER, 1993). Por essa razão, avaliou-se as temperaturas de extremidades, aferidas em orelha e membros, foi possível observar padrão semelhante entre os locais aferidos e para ambos, houve diferença estatística entre os tempos ($p<0,05$).

As temperaturas de membros e orelhas apresentaram-se maiores estatisticamente ($p<0,05$) nos tempos T8h, T23h e T56h que coincidiram com as maiores temperaturas ambientais. Feitosa (2014) e Klein, (2014) citam que quando as temperaturas ambientais são reduzidas, tem-se aumento do metabolismo para que haja maior produção de calor, vasoconstrição periférica e piloereção, que contribuem para evitar a perda de calor nas extremidades e, ainda, a redução da frequência respiratória, permitindo maior dissipação de calor, o contrário também ocorre, quando as temperaturas ambientais estão elevadas, ocorre vasodilatação periférica para facilitar a perda de calor.

A maioria dos bezerros em desidratação intensa, apresentaram redução de temperatura nas extremidades (CONSTABLE, 1998). Entretanto no presente estudo, apesar de haver diferença estatística para ambas as aferições de temperatura de extremidade ao longo do tempo, não houve redução significativa de temperatura de orelhas e membros ao final do protocolo de desidratação.

Resultados semelhantes com relação à estabilidade das frequências respiratória e da

temperatura corporal, foram observados em outros trabalhos que utilizaram protocolos de desidratação em grandes animais: AVANZA, 2007; SILVEIRA *et al.*, 2012; RIBEIRO FILHO *et al.*, 2014; ERMITA *et al.*, 2016; ALVES, 2018; LIMA *et al.*, 2020, confirmando a baixa sensibilidade dessas variáveis, mesmo em quadros de desidratação intensa.

Figura 4: Valores médios para temperatura retal e de extremidades de bovinos adultos desidratados experimentalmente.

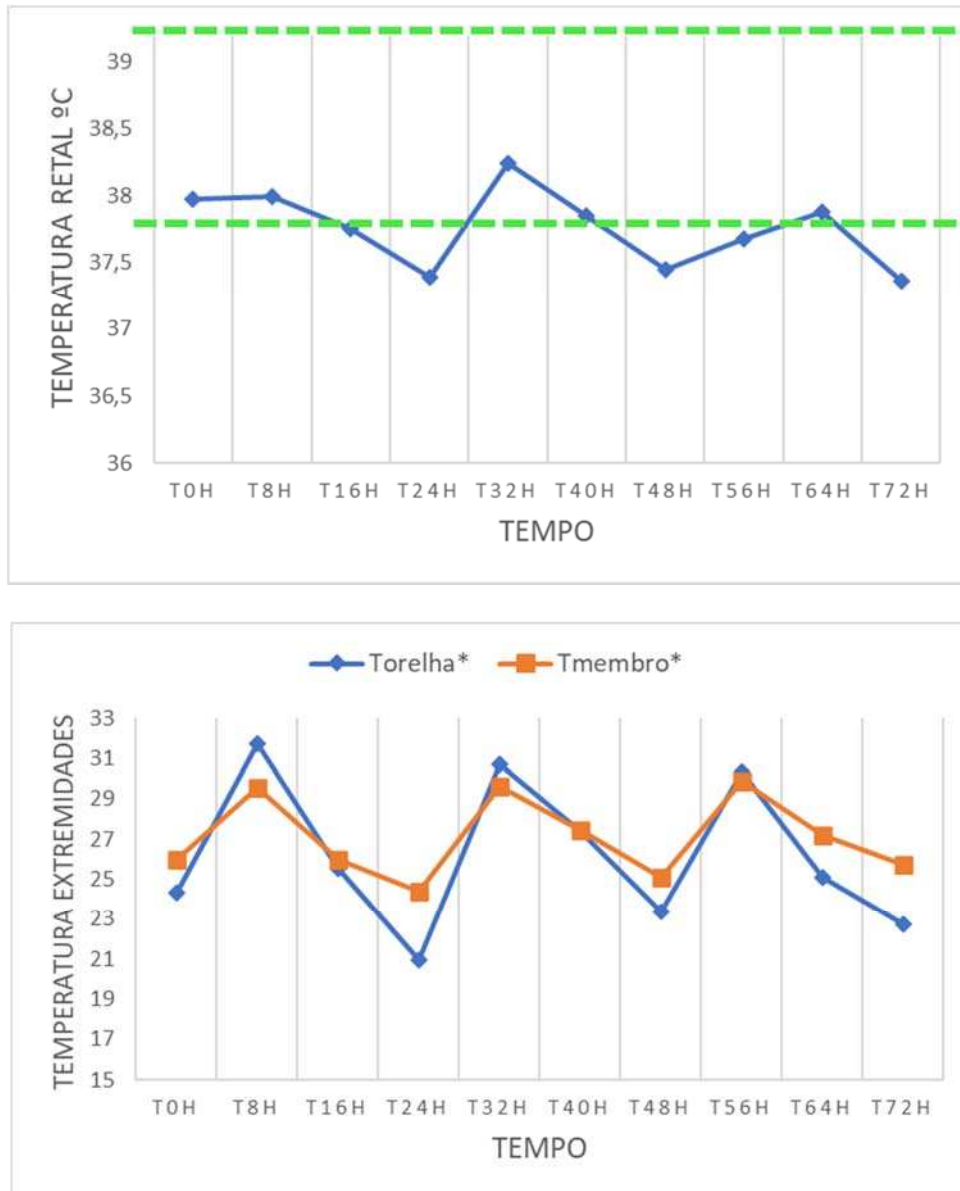


Tabela 1: Média \pm desvio padrão parâmetros clínicos de bovinos adultos submetidos ao protocolo de desidratação, em um período de 72 horas com restrição hídrica e alimentar.

Variáveis	Pré-desidratação		Período trans-desidratação							
	0h	8h	16h	24h	32h	40h	48h	56h	64h	72h
FC (bpm)	71,40 \pm 17,49	61,60 \pm 14,39	61,60 \pm 12,39	56,80 \pm 8,39	54,20 \pm 11,41	57,40 \pm 11,85	56,80 \pm 14,18	52,80 \pm 10,29	55,40 \pm 10,42	53,60 \pm 11,38
FR (mrpm)	22,40 \pm 5,40ab	24,40 \pm 8,32ab	19,60 \pm 6,02ab	22,40 \pm 6,9ab	28,80 \pm 9,20a	24,20 \pm 10,35ab	20,00 \pm 4,99ab	20,40 \pm 9,70ab	17,60 \pm 4,40b	17,80 \pm 5,20b
Tamb (°C)	19,40 \pm 2,46bc	29,10 \pm 4,95a	22,60 \pm 3,63b	16,00 \pm 2,79c	30,00 \pm 5,77a	21,30 \pm 4,40bc	16,90 \pm 2,92c	29,80 \pm 2,53a	22,60 \pm 3,50b	18,30 \pm 1,57bc
TR (°C)	37,98 \pm 0,47	38,00 \pm 0,32	37,76 \pm 0,45	37,39 \pm 0,53	38,25 \pm 0,36	37,85 \pm 0,84	37,45 \pm 0,32	37,68 \pm 1,03	37,88 \pm 0,30	37,36 \pm 0,58
Torelha (°C)	24,36 \pm 2,75de	31,74 \pm 2,25a	25,57 \pm 3,91bcde	20,94 \pm 2,68e	30,69 \pm 4,99ab	27,39 \pm 4,20abcd	23,38 \pm 4,85de	30,32 \pm 1,97abc	25,08 \pm 4,21cde	22,76 \pm 3,14de
Tmembro (°C)	25,98 \pm 1,39b	29,54 \pm 3,33a	26,00 \pm 2,79b	24,40 \pm 1,57b	29,61 \pm 4,04a	27,48 \pm 2,62ab	25,13 \pm 1,74b	29,88 \pm 1,42a	27,18 \pm 1,15ab	25,71 \pm 1,49b
Enoftalmia (mm)	3,20 \pm 1,55f	4,20 \pm 0,92ef	5,10 \pm 0,74e	5,70 \pm 0,68de	6,90 \pm 1,37cd	7,40 \pm 1,35bcd	8,10 \pm 1,45abc	8,70 \pm 1,25ab	9,20 \pm 1,14a	9,60 \pm 1,07a
CA (cm)	183,90 \pm 29,12	183,40 \pm 27,67	181,80 \pm 27,60	179,50 \pm 26,92	178,30 \pm 26,18	176,80 \pm 27,12	176,10 \pm 25,66	177,10 \pm 30,03	175,90 \pm 28,01	175,00 \pm 28,75

Frequência cardíaca – FC; batimentos cardíacos por minuto - bpm; Frequência respiratória – FR; movimentos respiratórios por minuto - mrpm; Temperatura do ambiente - Tamb; Temperatura retal - TR; Temperatura da orelha – Torelha; Temperatura da extremidade do membro – Tmembro; Circunferência abdominal em centímetros – CA; *Médias que não compartilham uma letra são significativamente diferentes, pelo teste de Tukey, $p > 0,05$.

5.4. Enoftalmia

Observa-se no presente estudo aumento progressivo e significativo ($p < 0,05$) do grau de enoftalmia, sendo que o maior grau coincide com o último tempo de avaliação, ou seja, 72 horas após o início da indução da desidratação (Tabela 1; Figura 7).

A enoftalmia representa o deslocamento do bulbo ocular para o interior da cavidade orbitária e essa condição gera uma aparência aprofundada do olho (BITE *et al.*, 1985; KLEIN, 2014). A retração do globo ocular é frequentemente observada nos quadros de desidratação, e, embora não haja alteração no tamanho do globo em si, tem-se redução no volume dos tecidos periorbitais, principalmente da gordura retrobulbar (DIRKSEN; GRÜNDER; STÖBER, 1993; RADOSTITIS, 2006; FEITOSA, 2014).

Em medicina humana, a técnica mais utilizada para aferição dessa variável é realizada pelo exoftalmômetro de Hertel (SLEEP; MANNERS, 2002). No presente trabalho, foram utilizadas fitas com escala milimétrica (fitas para teste de Schirmer StypsVet[®]) e, foi um método eficiente e aplicável para essa aferição.

A retração do globo na órbita é o melhor indicador de desidratação em bezerros (CONSTABLE, 1998; RADOSTITIS, 2006). Segundo Kells *et al.*, (2020), os bezerros com enoftalmia detectável maior ou igual a um milímetro, apresentaram-se 3,5% mais desidratados do que aqueles que não apresentaram enoftalmia.

Monteiro *et al.*, (2020) obtiveram resultados semelhantes em equinos, ao verificar que a enoftalmia é o melhor parâmetro, ainda que avaliado na ocasião de forma subjetiva, para determinar o grau na desidratação e na reidratação.

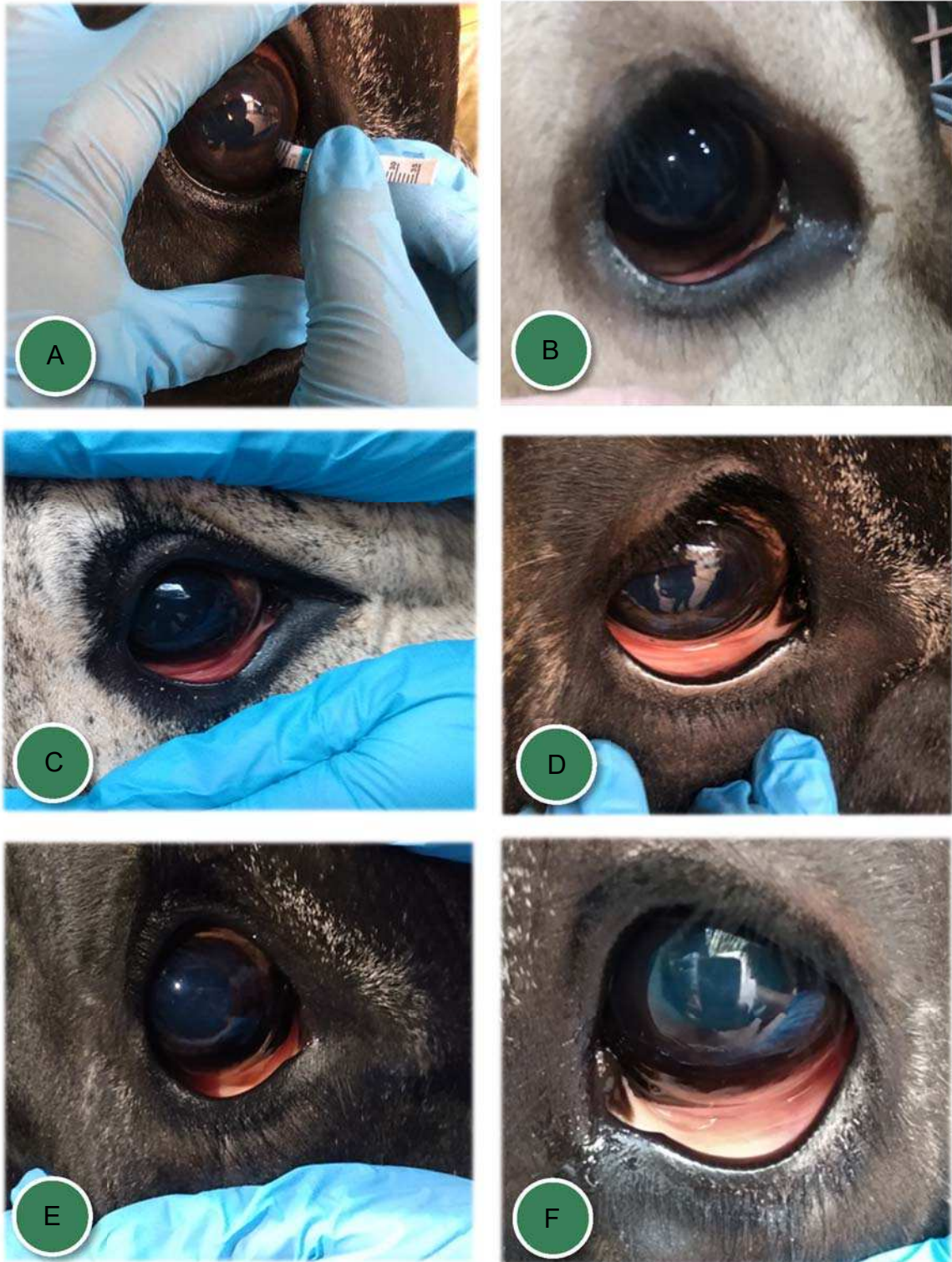
De forma similar, o grau de enoftalmia foi o parâmetro de maior relevância para a determinação de desidratação nesse trabalho, pois demonstra ao longo do tempo uma progressão com diferenças significativas do aumento da desidratação, como pode ser confirmado na Figura 7.

5.5. Circunferência abdominal

A circunferência abdominal das vacas não foi influenciada pelo tempo durante o período experimental ($p > 0,05$). Todavia observa-se que ao longo do experimento, mesmo que estatisticamente não diferentes entre si, os valores apresentaram redução numérica progressiva, esse fato pode ser explicado pela redução do conteúdo do trato gastrintestinal durante a restrição hídrica e alimentar (Tabela 1)

Outros estudos que utilizaram diferentes protocolos de desidratação, o decréscimo do perímetro abdominal de forma significativa foi observado em bovinos (ALVES *et al.*, 2019) e equinos (DIAS *et al.*, 2019). Porém da mesma forma que no presente estudo, outros autores

encontraram redução progressiva não significativa (RIBEIRO FILHO et al., 2003; AVANZA, 2007; MONTEIRO et al., 2020), demonstrando que a redução da circunferência abdominal é esperada nas desidratações.



Fotos: SANTOS; AVANZA / DVT – UFV, 2022.

Figura 5: Aferição do grau de enoftalmia utilizando fitas para teste de Schirmer StypsVet®

(a); (b) ausência de enoftalmia; (c) 3mm de enoftalmia; (d) 5mm de enoftalmia; (e) 7mm de enoftalmia; (f) 9mm de enoftalmia.

Figura 6: Valores médios para enoftalmia (mm) de bovinos adultos desidratados experimentalmente.

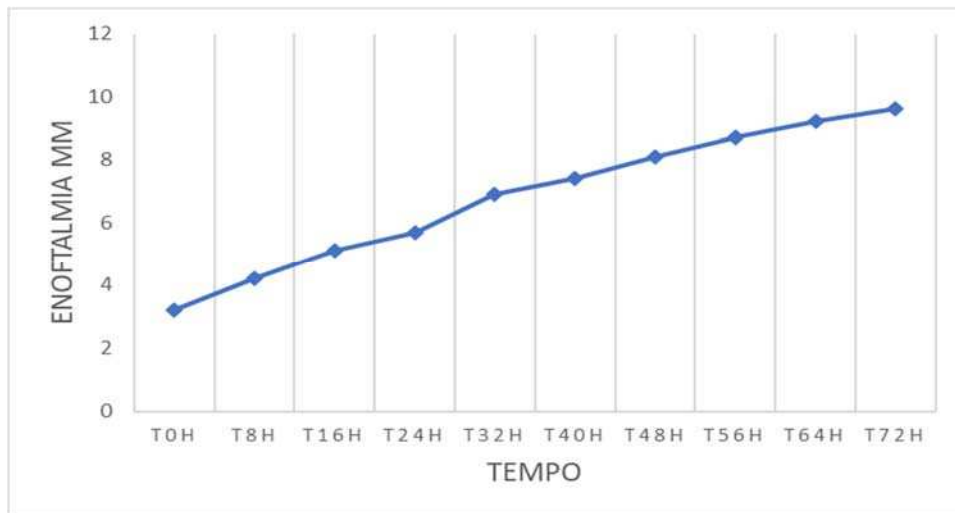
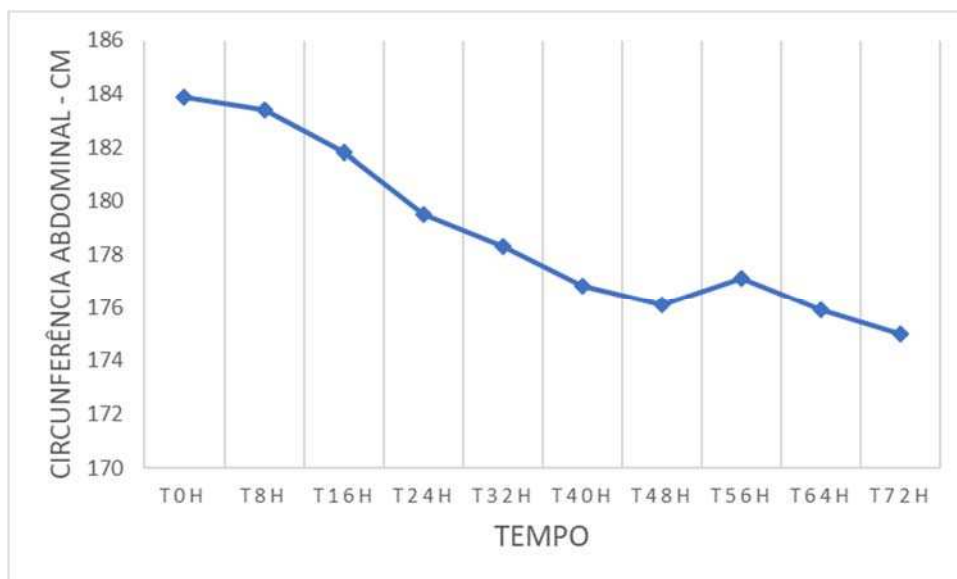


Figura 7: Valores médios para circunferência abdominal de bovinos adultos desidratados experimentalmente.



5.6. Peso corporal

Nota-se que houve diferença estatística significativa sobre o peso corporal dos animais ($p < 0,05$). A perda média de peso corporal, foi de 11% (Tabela 2; Figura 9). O que representa uma perda média de 42,10 quilogramas por animal, após o período de 72 horas de jejum hídrico e alimentar, semelhante ao que foi relatado em equinos, por Oliveira *et al.*, (2020), estudo no qual foi observada perda de peso média de 13%, considerando-se o mesmo período de indução da desidratação.

Constable *et al.*, (1998), observaram que em bezerros, a perda de peso média é de 10% no período de 24 horas de desidratação e de 14% no período de 48 horas de desidratação, animais jovens têm maior percentual de água corpórea e por isso a perda é mais exacerbada. Em contrapartida, em potros, a perda média de peso corporal foi de 5% em 24 horas de desidratação (MONTEIRO *et al.*, 2019). Isso pode ser explicado pela perda da água e massa corpórea, resultante da restrição hídrica e alimentar (RIBEIRO FILHO *et al.*, 2012), essa variável, é considerada um marcador importante para os quadros agudos de desidratação (BOYD, 1981), porém quando o animal chega enfermo para o atendimento não se sabe exatamente o peso corporal dele hidratado.

Em medicina humana, a perda de água é comumente relacionada à perda de peso corporal do paciente e, sendo assim, a perda de até 2% do peso corporal seria indicativo da presença de desidratação leve. Perdas entre 2 e 5% do peso corporal, indicariam desidratação moderada e, quando a perda for maior que 5% do peso corporal, a desidratação seria classificada como intensa ou grave (JÉQUIER; CONSTANT, 2010; BENTON; YOUNG; JENKINS, 2014).

Feitosa (2014) cita que animais que perdem de 6 a 8% do peso corporal, apresentam desidratação leve; os que perdem de 8 a 10% do peso corporal, apresentam desidratação moderada e, aqueles pacientes que perdem de 10 a 12% de seu peso corporal inicial, apresentam desidratação grave.

A mensuração seriada do peso corporal foi considerada um dos melhores indicadores para avaliação da desidratação em bezerros e deve ser utilizada, sempre que possível. Entretanto, sabe-se que essa avaliação pode tornar-se inviável nas fazendas (CONSTABLE, 1998).

Ainda que não se tenha avaliado o peso corporal em todos os tempos de avaliação, em razão da inviabilidade de conduzir os animais até a balança, a avaliação dessa variável permite constatar que o protocolo de desidratação utilizado no presente estudo, foi eficiente e capaz de desencadear desidratação intensa: presença evidente de enoftalmia, alta densidade urinária, aumento do turgor cutâneo, depressão do estado mental, aumento nas concentrações de proteínas plasmáticas, ureia, creatinina, dentre outros.

Figura 8: Valores médios para variação de peso corporal de bovinos adultos desidratados experimentalmente.

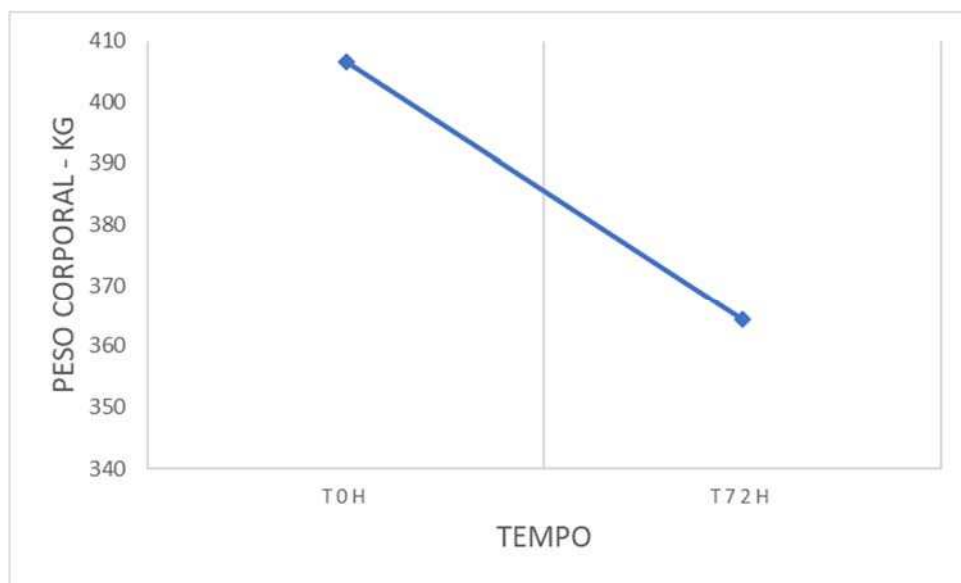


Tabela 2: Média \pm desvio padrão para perda de peso de bovinos adultos submetidos ao protocolo de desidratação, em um período de 72 horas com restrição hídrica e alimentar

Variável	Pré- desidratação	Pós- desidratação
	0h	72h
Peso corporal (kg)	406,5 \pm 140,8a	364,4 \pm 136,2b

p<0,05



Fotos: SANTOS; AVANZA / DVT – UFV, 2022.

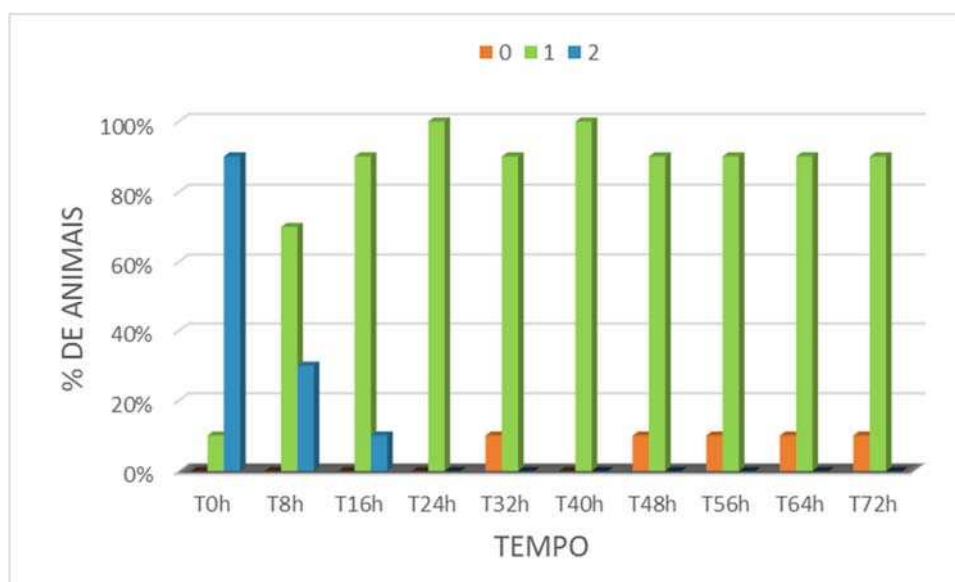
Figura 9: Avaliação da perda de peso corporal e redução da circunferência abdominal.

5.7. Motilidade ruminal

A motilidade ruminal variou ao longo do tempo, havendo redução na motilidade. Cabe ressaltar que no tempo T0h já havia um animal que apresentava motilidade ruminal diminuída (hipotonia), esse mesmo animal foi o único que apresentou atonia a partir do tempo T32h até o final do experimento (Tabela 3). De acordo com Radostits *et al.*, (2010), o processo de esvaziamento ruminal nos bovinos adultos demora, em média, 96 horas. Porém, no presente estudo, observa-se que o jejum de 24 horas já foi suficiente para causar alterações na intensidade dos movimentos e motilidade ruminal dos bovinos. A partir desse tempo, 90% dos animais já apresentavam hipomotilidade e 10% apresentaram atonia, além de escassez fecal.

Possivelmente, a redução da motilidade aconteceu devido a não ingestão de água e alimento, somada ao ressecamento do conteúdo ruminal e à absorção de água presente no trato gastrintestinal. Além disso, o desenvolvimento de desequilíbrios hidroeletrólíticos e ácido base também podem contribuir para a redução da motilidade (WHITE, 1990; RIBEIRO FILHO, 2003; REECE, 2017; AVANZA, 2007).

Figura 10: Associação entre motilidade ruminal e tempo de desidratação de bovinos adultos desidratados experimentalmente.



Legenda: 0: atonia; 1: hipomotilidade; 2: normal.

5.8. Turgor cutâneo

Na Tabela 4, observa-se que o aumento do valor do turgor cutâneo acompanha o tempo de desidratação. Nota-se que nos tempos T 56h, T64h e T72h o turgor cutâneo apresentava valores maiores, já no T56h, 100% de animais que apresentaram turgor cutâneo de maior que

cinco segundos, no T64h 70% apresentavam turgor cutâneo maior que sete segundos e no T72h, 30% dos animais apresentaram TPC de 10 segundos. Como comparação, nota-se que na desidratação leve, representada nas primeiras 24 horas de indução do protocolo, a maioria dos animais apresentou turgor da pele entre < 2 e três segundos.

O turgor cutâneo indica a quantidade de líquido presente no subcutâneo (FEITOSA, 2014) e diante do desenvolvimento de desidratação, a elasticidade da pele é reduzida e demora para retornar a sua posição original (DIRKSEN; GRÜNDER; STÖBER, 1993). Esse fato explica o comportamento dessa variável durante o protocolo de desidratação.

Para Feitosa (2014), a elasticidade da pele não representa um marcador importante para neonatos, embora Constable *et al.*, (1998) e Kells *et al.*, (2020), tenham considerado essa variável como segunda melhor na correlação com a desidratação em bezerros. Radostits *et al.*, (2006) e Oliveira *et al.*, (2020), concordam, considerando essa variável como uma das principais para avaliação de desidratação. No presente estudo essa variável apesar de subjetiva apresentou dados que representaram bem o processo de desidratação.

Figura 11: Associação turgor cutâneo e tempo de desidratação de bovinos adultos desidratados experimentalmente.

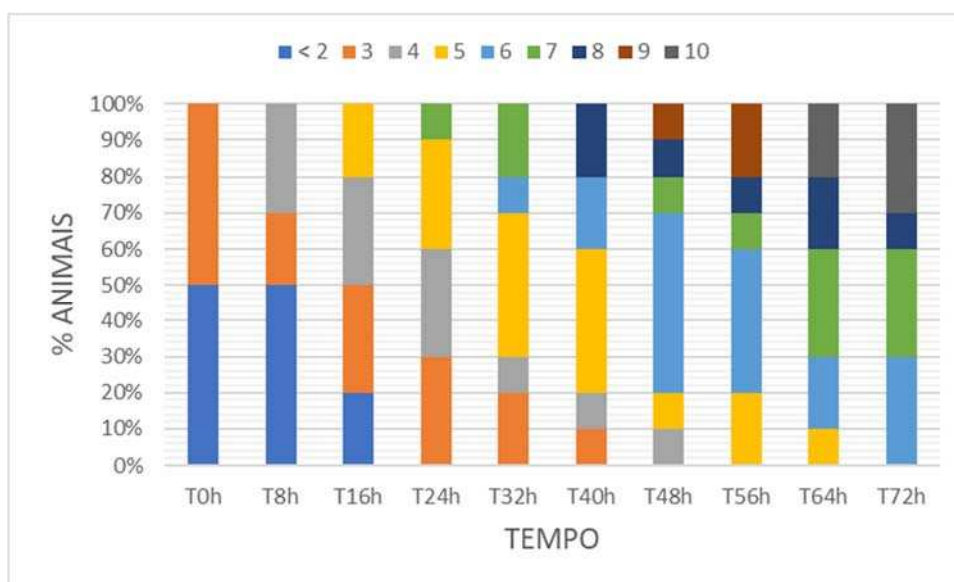


Tabela 3: Avaliação da associação entre motilidade ruminal e tempo em bovinos adultos submetidos ao protocolo de desidratação, em um período de 72 horas com restrição hídrica e alimentar.

Motilidade ruminal	Pré-desidratação	Período trans-desidratação									
	0h	8h	16h	24h	32h	40h	48h	56h	64h	72h	Todos
0	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (10%)	0 (0%)	1 (10%)	1 (10%)	1 (10%)	1 (10%)	5 (5%)
1	1 (10%)	7 (70%)	9 (90%)	10 (100%)	9 (90%)	10 (100%)	9 (90%)	9 (90%)	9 (90%)	9 (90%)	82 (82%)
2	9 (90%)	3 (30%)	1 (10%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	13 (13%)
Todos	10 (100%)	10 (100%)	10 (100%)	10 (100%)	10 (100%)	10 (100%)	10 (100%)	10 (100%)	10 (100%)	10 (100%)	10 (100%)

Teste Qui-quadrado. Conteúdo da célula: Contagem (% da coluna). Escore de motilidade ruminal: 0 = atonia; 1 = hipomotilidade; 2 = normal; 3 = hiperomotilidade.

Tabela 4: Avaliação da associação entre turgor cutâneo e tempo em adultos submetidos ao protocolo de desidratação, em um período de 72 horas com restrição hídrica e alimentar.

Turgor cutâneo (segundos)	Pré-desidratação	Período trans-desidratação									
	0h	8h	16h	24h	32h	40h	48h	56h	64h	72h	Todos
<2	5 (50%)	5 (50%)	2 (20%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	12 (12%)
3	5 (50%)	2 (20%)	3 (30%)	3 (30%)	2 (20%)	1 (10%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	16 (16%)
4	0 (0%)	3 (30%)	3 (30%)	3 (30%)	1 (10%)	1 (10%)	1 (10%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	12 (12%)
5	0 (0%)	0 (0%)	2 (20%)	3 (30%)	4 (40%)	4 (40%)	1 (10%)	2 (20%)	1 (10%)	0 (0%)	17 (17%)
6	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (10%)	2 (20%)	5 (50%)	4 (40%)	2 (20%)	3 (30%)	17 (17%)
7	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (10%)	2 (20%)	0 (0%)	1 (10%)	1 (10%)	3 (30%)	3 (30%)	11 (11%)
8	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	2 (20%)	1 (10%)	1 (10%)	2 (20%)	1 (10%)	7 (7%)
9	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (10%)	2 (20%)	0 (0%)	0 (0%)	3 (3%)
10	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	2 (20%)	3 (30%)	5 (5%)
Todos	10 (11,6%)	10 (11,6%)	10 (11,6%)	10 (11,6%)	10 (11,6%)	10 (11,6%)	10 (11,6%)	10 (11,6%)	10 (11,6%)	10 (11,6%)	100 (100%)

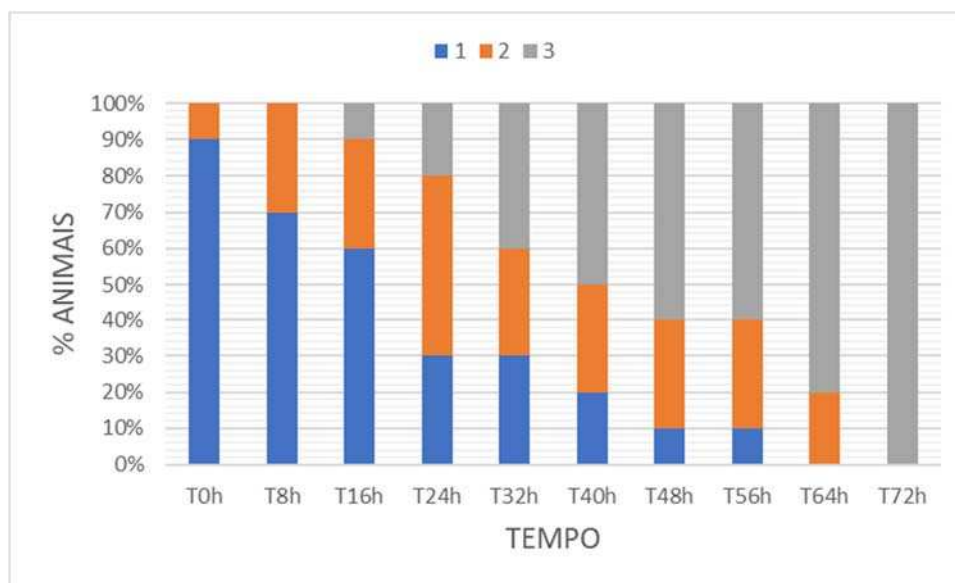
Teste qui-quadrado. Conteúdo da célula: Contagem (% da coluna).

5.9. Umidade do muflo

O teste do qui-quadrado demonstrou que existe associação entre as variáveis umidade do muflo e tempo de desidratação ($p < 0,05$). Nota-se (Tabela 5; Figura 17), que quanto maior for o tempo de desidratação, maior será o ressecamento do muflo dos bovinos. Ao final do protocolo, 100% dos animais apresentavam muflo totalmente ressecado.

O ressecamento do espelho nasal ou muflo ocorre frequentemente durante os processos de desidratação e hipovolemia (FEITOSA, 2014). Corroborando, observou-se que à medida que o tempo de jejum hídrico e alimentar foi aumentando, e conseqüentemente os animais foram desidratando, o muflo foi se apresentando cada vez mais seco e com maior tempo para o retorno das gotículas presentes na sua superfície, após a secagem com papel, até o ressecamento completo.

Figura 12: Associação entre umidade do muflo e tempo de desidratação de bovinos adultos desidratados experimentalmente.



Legenda: 1: úmido; 2: pouco ressecado; 3: totalmente ressecado.

5.10. Mucosas gengival e vulvar

Os resultados obtidos durante a avaliação das mucosas estão dispostos nas Tabelas 6 e 7 e demonstram que até o tempo T24h, as mucosas gengival e vulvar de todos os animais eram predominantemente úmidas.

A partir do tempo T48h, pelo menos 40% dos animais apresentavam ressecamento da mucosa gengival e 60% dos animais apresentavam ressecamento da mucosa vulvar.

Ao final do protocolo (T72h), 90% dos animais apresentaram mucosa oral ressecada e 100% dos animais apresentaram mucosa vaginal ressecada, indicando a presença de desidratação intensa.

Optou-se pela utilização apenas da mucosa vulvar para aferição da coloração, porque 60% dos animais utilizados nesse estudo, apresentavam mucosa gengival pigmentada, inviabilizando a avaliação desse parâmetro.

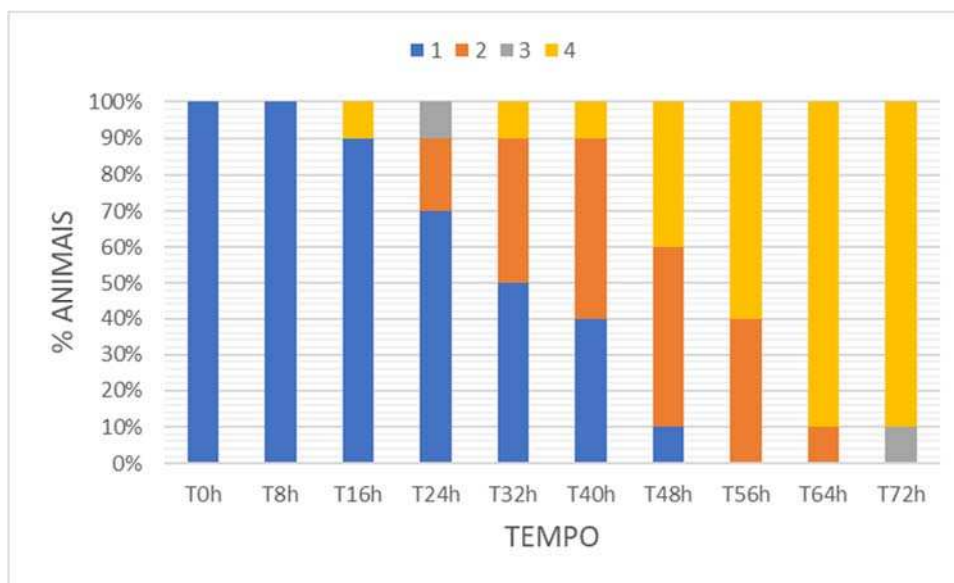
Sendo assim, observa-se na Tabela 8 que a partir do tempo T32h 40% dos animais apresentavam a coloração predominante foi rosa pálido, assim como nos tempos T40h (50%) e T72h (90%), esta tornou-se ainda mais evidente. Uma das vacas apresentou mucosa vaginal vermelho claro a partir de T48h e vermelho intenso em T56h e T72h, sugere-se que esse fato esteja relacionado ao início do período de estro dela.

A palidez de mucosas acontece em consequência da vasoconstrição periférica (FEITOSA, 2014). De acordo com Feitosa (2014), as mucosas tornam-se mais pálidas à medida que o TEC aumenta, o que pôde ser confirmado neste estudo.

Houve aumento progressivo do tempo de enchimento capilar (TEC) das mucosas vaginais ao longo do tempo (Tabela 9). Este passou de < 2 segundos, para 3 segundos a partir do T32h e, em 10% dos animais, chegou a 4 segundos a partir do T56h. Esse resultado está relacionado à evolução do quadro de desidratação (FEITOSA, 2014) e redução da perfusão sanguínea (TAYLOR; HILLYER, 1997). Considera-se que esta variável seja inversamente proporcional ao estado de hidratação dos animais (KELLS *et al.*, 2020).

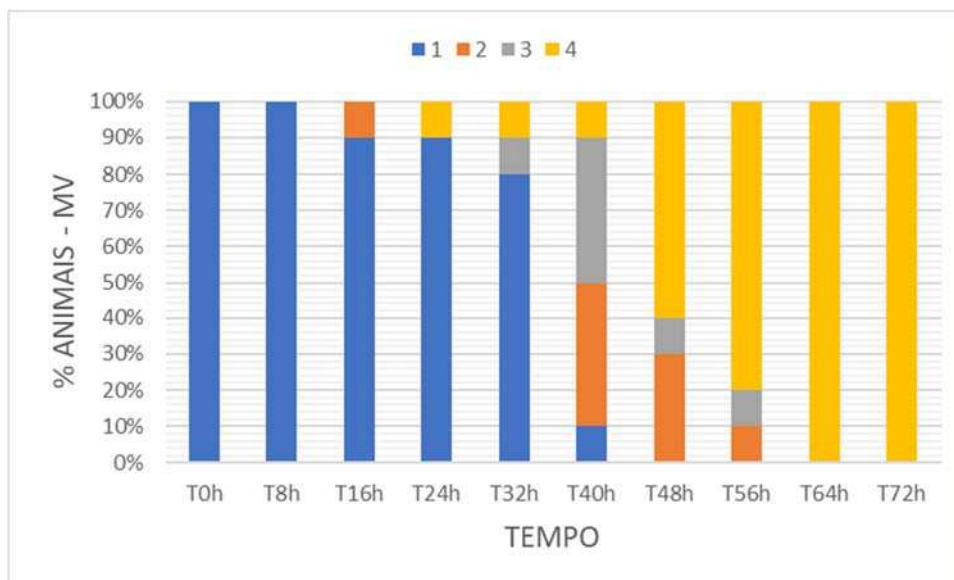
Com base nisso, sugere-se que a avaliação da umidade, coloração e, principalmente do TEC das mucosas, sejam bons indicadores da perda de fluido corporal e, conseqüentemente, para avaliação do grau de desidratação, confirmando os resultados obtidos por Taylor e Hillyer (1997); Constable *et al.*, (1988); Kells *et al.*, (2020); Oliveira *et al.*, (2020).

Figura 13: Associação entre umidade da mucosa oral e tempo de desidratação de bovinos adultos desidratados experimentalmente.



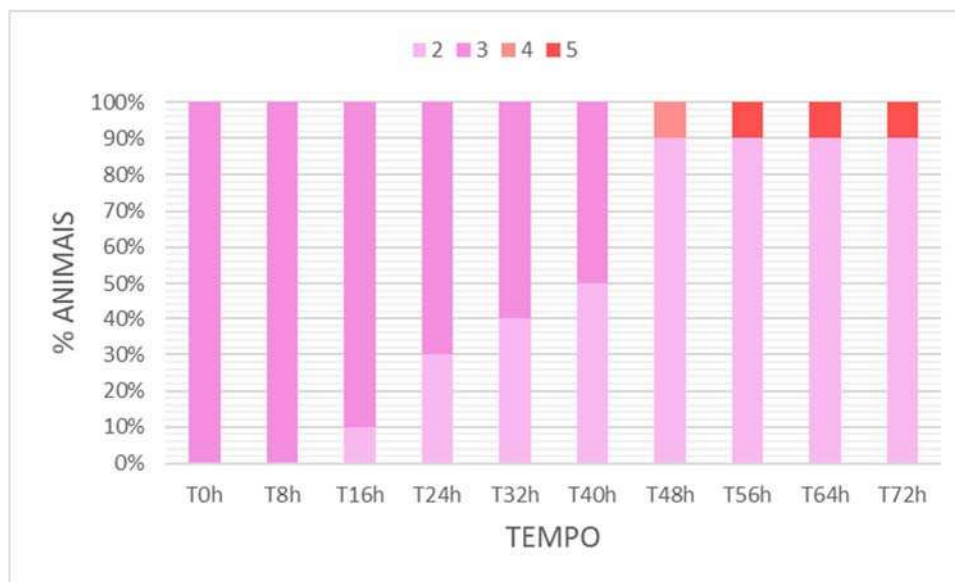
Legenda: 1: úmida; 2: pegajosa; 3: pouco ressecada; 4: ressecada.

Figura 14: Associação entre umidade da mucosa vulvar e tempo de desidratação de bovinos adultos desidratados experimentalmente.



Legenda: 1: úmida; 2: pegajosa; 3: pouco ressecada; 4: ressecada.

Figura 15: Associação entre coloração da mucosa vulvar e tempo de desidratação de bovinos adultos desidratados experimentalmente.



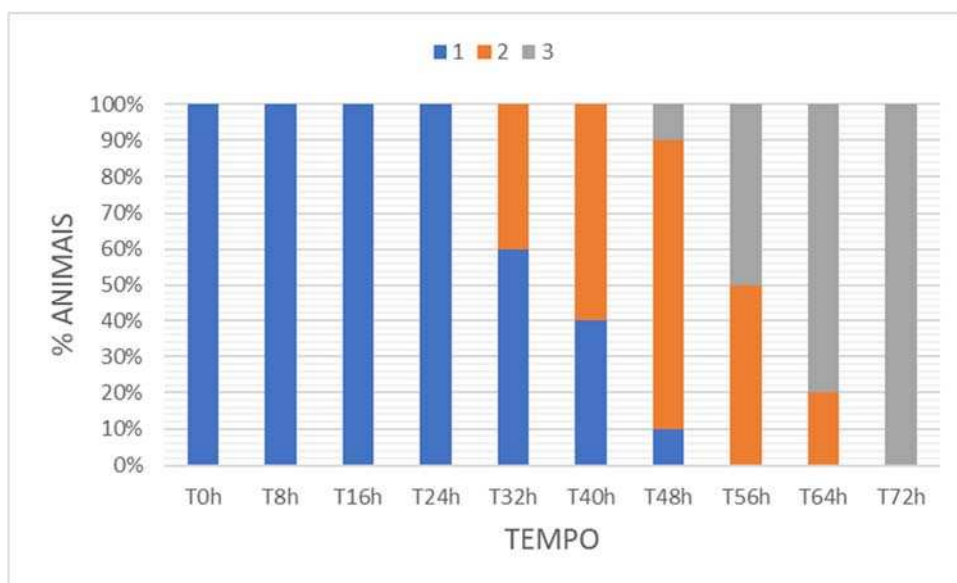
Legenda: 2: rosa-pálida; 3: rosa; 4: vermelho claro; 5: vermelho intenso.

5.11. Estado mental

Houve associação entre o estado mental e o tempo do protocolo de desidratação ($p < 0,05$). Até o tempo T24h, ou seja, durante o primeiro dia de desidratação, todos os animais (100%) permaneceram alertas, com nível de consciência normal (Tabela 10; Figura 18).

Passadas 48 horas (T48h) da instituição do protocolo, 80% dos animais demonstravam-se apáticos e passaram a ficar mais tempo deitados e, ao final do protocolo de indução da desidratação, 100% dos animais apresentavam-se deprimidos, permaneciam a maior parte do tempo em decúbito e levantavam-se com dificuldade. Esse resultado, pode ser explicado pela presença de possíveis desequilíbrios hidroeletrolíticos e ácido base (DIBARTOLA, 2012), que frequentemente acompanham os quadros e a intensidade da desidratação (CONSTABLE, 2003b; RIBEIRO FILHO *et al.*, 2013). Além disso, a redução do volume sanguíneo circulante também contribui para a depressão mental de animais desidratados (KASARI, 1999; RADOSTITIS *et al.*, 2006; NAKAGAWA *et al.*, 2007).

Figura 16: Associação entre estado mental e tempo de desidratação de bovinos adultos desidratados experimentalmente.

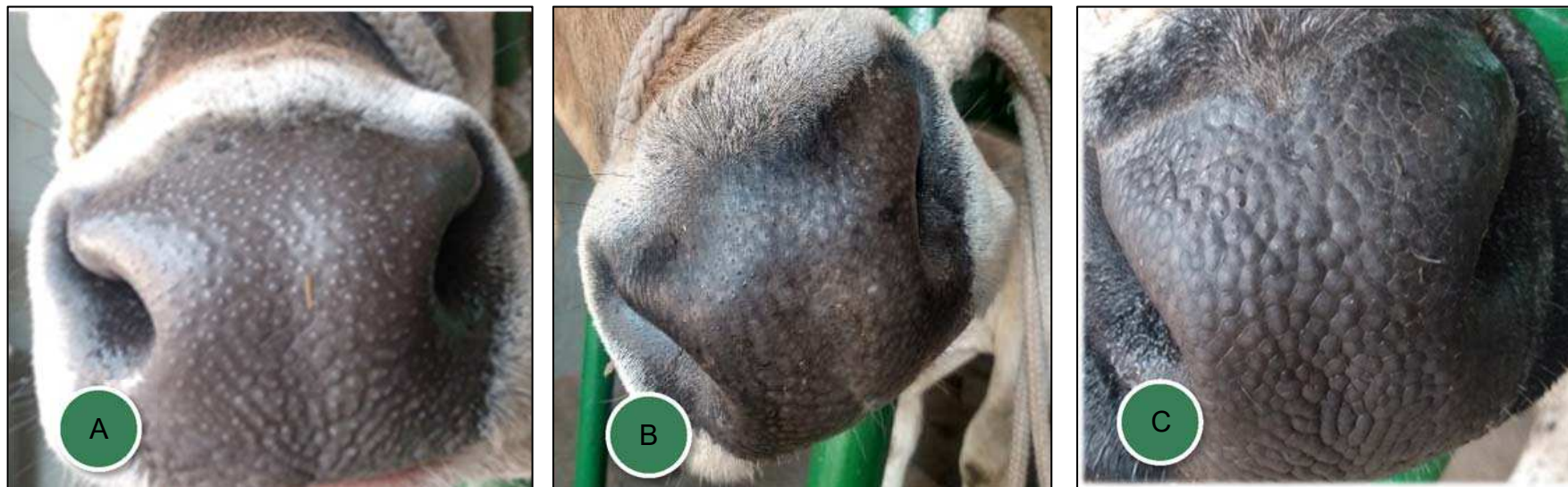


Legenda: 1: alerta; 2: apático; 3: deprimido.

Tabela 5: Avaliação da associação entre escore de umidade do muflo e tempo em adultos submetidos ao protocolo de desidratação, em um período de 72 horas com restrição hídrica e alimentar.

Umidade do muflo	Pré-desidratação		Período trans-desidratação								Todos
	0h	8h	16h	24h	32h	40h	48h	56h	64h	72h	
1	9 (90%)	7 (70%)	6 (60%)	3 (30%)	3 (30%)	2 (20%)	1 (10%)	1 (10%)	0 (0%)	0 (0%)	32 (32%)
2	1 (10%)	3 (30%)	3 (30%)	5 (50%)	3 (30%)	3 (30%)	3 (30%)	3 (30%)	3 (30%)	2 (20%)	26 (26%)
3	0 (0%)	0 (0%)	1 (10%)	2 (20%)	4 (40%)	5 (50%)	6 (60%)	6 (60%)	8 (80%)	10 (100%)	42 (42%)
Todos	10 (100%)	10 (100%)	10 (100%)	10 (100%)	10 (100%)	10 (100%)	10 (100%)	10 (100%)	10 (100%)	10 (100%)	100 (100%)

$p < 0,05$, pelo teste qui-quadrado. Conteúdo da célula: Contagem (% da coluna). Escore de umidade do muflo: 1= úmido; 2 = pouco ressecado; 3 = totalmente ressecado.



Fotos: SANTOS; AVANZA / DVT – UFV, 2022.

Figura 17: Avaliação do escore de umidade do muflo: (a) úmido; (b) pouco ressecado; (c) ressecado.

Tabela 6: Avaliação da associação entre umidade da mucosa gengival e tempo em adultos submetidos ao protocolo de desidratação, em um período de 72 horas com restrição hídrica e alimentar.

Umidade mucosa gengival	Pré-desidratação		Período trans-desidratação								
	0h	8h	16h	24h	32h	40h	48h	56h	64h	72h	Todos
1	10 (10%)	10 (10%)	9 (90%)	7 (70%)	5 (50%)	4 (40%)	1 (10%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	46 (46%)
2	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	2 (20%)	4 (40%)	5 (50%)	5 (50%)	4 (40%)	1 (10%)	0 (0%)	21 (21%)
3	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (10%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (10%)	2 (2%)
4	0 (0%)	0 (0%)	1 (10%)	0 (0%)	1 (10%)	1 (10%)	4 (40%)	6 (60%)	9 (90%)	9 (90%)	31 (31%)
Todos	10 (10%)	10 (10%)	10 (10%)	10 (10%)	10 (10%)	10 (10%)	10 (10%)	10 (10%)	10 (10%)	10 (10%)	100 (100%)

Teste qui-quadrado. Conteúdo da célula: Contagem (% da coluna). Escore umidade das mucosas: 1 = úmida; 2 = pegajosa; 3 = levemente ressecada; 4 = ressecada.

Tabela 7: Avaliação da associação entre umidade da mucosa vulvar e tempo em adultos submetidos ao protocolo de desidratação, em um período de 72 horas com restrição hídrica e alimentar.

Umidade mucosa vaginal	Pré-desidratação		Período trans-desidratação								
	0h	8h	16h	24h	32h	40h	48h	56h	64h	72h	Todos
1	10 (100%)	10 (100%)	9 (90%)	9 (90%)	8 (80%)	1 (10%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	47 (47%)
2	0 (0%)	0 (0%)	1(10%)	0 (0%)	0 (0%)	4 (40%)	3 (30%)	1 (10%)	0 (0%)	0 (0%)	9 (9%)
3	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (10%)	4 (40%)	1 (10%)	1 (10%)	0 (0%)	0 (0%)	7 (7%)
4	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (10%)	1 (10%)	1(10%)	6 (60%)	8 (80%)	10 (100%)	10 (100%)	37 (37%)
Todos	10 (10%)	10 (10%)	10 (10%)	10 (10%)	10 (10%)	10 (10%)	10 (10%)	10 (10%)	10 (10%)	10 (10%)	100 (100%)

Teste qui-quadrado. Conteúdo da célula: Contagem (% da coluna). Escore umidade das mucosas: 1 = úmida; 2 = pegajosa; 3 = levemente ressecada; 4 = ressecado.

Tabela 8: Avaliação da associação entre coloração da mucosa vulvar e tempo em adultos submetidos ao protocolo de desidratação, em um período de 72 horas com restrição hídrica e alimentar.

Cor mucosa vulvar	Período trans-desidratação											
	Pré-desidratação	0h	8h	16h	24h	32h	40h	48h	56h	64h	72h	Todos
2	0 (0%)	0 (0%)	1 (10%)	3 (30%)	4 (40%)	5 (50%)	9 (90%)	9 (90%)	9 (90%)	9 (90%)	9 (90%)	49 (49%)
3	10 (100%)	10 (100%)	9 (90%)	7 (70%)	6 (60%)	5 (50%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	47 (47%)
4	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (10%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (1%)
5	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (10%)	1 (10%)	1 (10%)	3 (3%)
Todos	10 (10%)	10 (10%)	10 (10%)	10 (10%)	10 (10%)	10 (10%)	10 (10%)	10 (10%)	10 (10%)	10 (10%)	10 (10%)	100 (100%)

Teste qui-quadrado. Conteúdo da célula: Contagem (% da coluna). Escore coloração das mucosas: 1 = perlácea; 2 = rosa pálido; 3 = rosa; 4 = vermelho claro; 5 = vermelho intenso; 6 = azul; 7 = amarelo.

Tabela 9: Avaliação da associação entre tempo de enchimento capilar da mucosa vaginal e tempo em adultos submetidos ao protocolo de desidratação, em um período de 72 horas com restrição hídrica e alimentar.

TEC mucosa vaginal (segundos)	Período trans-desidratação											
	Pré-desidratação	0h	8h	16h	24h	32h	40h	48h	56h	64h	72h	Todos
< 2	10 (100%)	10 (100%)	8 (80%)	3 (30%)	2 (20%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	33 (33%)
2	0 (0%)	0 (0%)	2 (20%)	3 (30%)	2 (20%)	1 (10%)	0 (0%)	1 (10%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	9 (9%)
3	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	4 (40%)	6 (60%)	9 (90%)	10 (100%)	8 (80%)	9 (90%)	9 (90%)	9 (90%)	55 (55%)
4	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (10%)	1 (10%)	1 (10%)	1 (10%)	3 (3%)
Todos	10 (100%)	10 (100%)	10 (100%)	10 (100%)	10 (100%)	10 (100%)	10 (100%)	10 (100%)	10 (100%)	10 (100%)	10 (100%)	100 (100%)

Teste qui-quadrado. Conteúdo da célula: Contagem (% da coluna). Tempo de enchimento capilar – TEC.

Tabela 10: Avaliação da associação do escore de estado mental e tempo de bovinos adultos submetidos ao protocolo de desidratação, em um período de 72 horas com restrição hídrica e alimentar.

Estado mental	Pré-desidratação	Período trans-desidratação									
	0h	8h	16h	24h	32h	40h	48h	56h	64h	72h	Todos
1	10 (100%)	10 (100%)	10 (100%)	10 (100%)	6 (60%)	4 (40%)	1 (10%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	51 (51%)
2	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	4 (40%)	6 (60%)	8 (80%)	5 (50%)	2 (20%)	0 (0%)	25 (25%)
3	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (10%)	5 (50%)	8 (80%)	10 (10%)	24 (24%)
Todos	10 (10%)	10 (10%)	10 (10%)	10 (10%)	10 (10%)	10 (10%)	10 (10%)	10 (10%)	10 (10%)	10 (10%)	100 (100%)

Teste Qui-quadrado. Conteúdo da célula: Contagem (% da coluna). Escore de motilidade ruminal: 1 = alerta; 2 = apático; 3 = deprimido.



Fotos: SANTOS; AVANZA / DVT – UFV, 2022.

Figura 18: Avaliação do estado mental: (a) alerta; (b) apático; (c) deprimido.

5.2. Parâmetros laboratoriais

5.2.1. Hematócrito e proteínas plasmáticas totais

Houve efeito do tempo sobre os valores de hematócrito ($p < 0,05$), apesar do teste de Tukey não indicar diferença através das letras (Tabela 11). Essa variável manteve-se dentro da faixa de normalidade até o final do protocolo e, somente no tempo T72h, o valor de referência (25 a 34) (KANEKO, 2008) foi ultrapassado, confirmando a presença de desidratação (THRALL *et al.*, 2015). De forma similar, Oliveira *et al.*, (2020) encontraram aumento significativo do volume globular, sem que estivesse acima dos valores de referência para a espécie equina.

O aumento do hematócrito estará presente se o animal estiver significativamente desidratado e está relacionado ao processo de contração esplênica após estresse ou dor, portanto, por sofrerem influência desses fatores, não é considerado um marcador ideal para avaliação da expansão volêmica e hemoconcentração (HINCHCLIFF; MCKEEVER; MUIR, 1991; THRALL *et al.*, 2015; SILVA, 2017). Não se recomenda que o valor de hematócrito seja utilizado de forma isolada para o diagnóstico das desidratações e sim avaliado em conjunto com as proteínas plasmáticas totais (DEARO, 2001). Nesse estudo, a avaliação do hematócrito apesar de apresentar diferença estatística, essa variável não foi considerada um bom indicador de desidratação para ser utilizado de forma isolada, similar ao que foi encontrado por Kells *et al.*, (2020). Todavia a análise em conjunto com a proteína total nos dá maior confiabilidade.

Os resultados para proteínas plasmáticas totais indicam que houve efeito do tempo sobre essa variável ($p < 0,05$), apesar do teste de Tukey não indicar diferença através das letras (Tabela 17). A partir de 24 horas de desidratação (T24h), houve aumento progressivo do valor de proteínas plasmáticas totais, que se mantiveram discretamente acima da faixa de normalidade até o final do experimento (T72h).

Em bezerros, as PPT foram consideradas o melhor indicador laboratorial para detecção da alteração da hidratação do paciente (CONSTABLE, 1998). Corroborando com o presente estudo a principal causa de aumento de proteínas plasmáticas totais (albumina e globulinas) é a desidratação em si, que promove aumento na sua concentração (THRALL *et al.*, 2015). Dessa forma podemos afirmar que a proteína plasmática total foi um bom parâmetro de avaliação na população estudada.

Entretanto, esta variável sozinha não teve grande importância para a determinação do processo de desidratação em estudos realizados por Ribeiro Filho *et al.*, (2013); Ermita *et al.*,

(2016); Alves *et al.*, (2019), Kells *et al.*, 2020; Monteiro *et al.*, (2020) e Oliveira *et al.*, (2020), de forma que a proteína plasmática total deve ser acompanhada de outras variáveis.

Figura 19: Valores médios para hematócrito e proteínas plasmáticas totais de bovinos adultos desidratados experimentalmente.

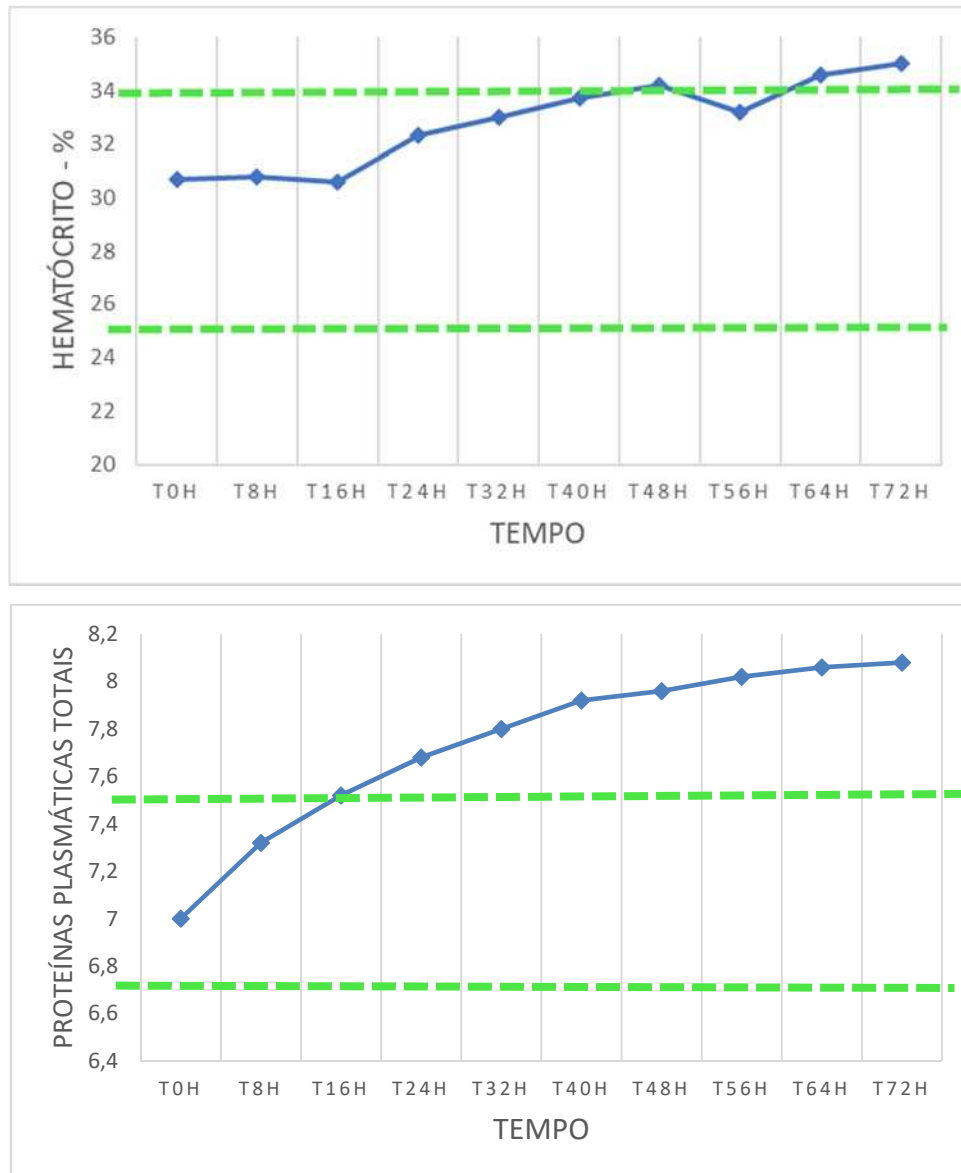


Tabela 11: Média \pm desvio padrão para parâmetros laboratoriais e concentração sérica de eletrólitos em bovinos adultos submetidos ao protocolo de desidratação, em um período de 72 horas com restrição hídrica e alimentar.

Variáveis	Pré-desidratação		Período trans-desidratação							
	0h	8h	16h	24h	32h	40h	48h	56h	64h	72h
#Hematócrito	30,70 \pm 4,60a	30,80 \pm 2,44a	30,60 \pm 2,72a	32,30 \pm 3,83a	33,00 \pm 3,53a	33,70 \pm 3,33a	34,20 \pm 3,82a	33,20 \pm 3,52a	34,60 \pm 4,09a	35,00 \pm 3,92a
#PPT	7,00 \pm 0,69a	7,32 \pm 0,75a	7,52 \pm 0,75a	7,68 \pm 0,80a	7,8 \pm 0,76a	7,92 \pm 0,72a	7,96 \pm 0,72a	8,02 \pm 0,72a	8,06 \pm 0,68a	8,08 \pm 0,69a
Osmolaridade	285,78 \pm 11,94c	293,80 \pm 8,59bc	295,9 \pm 11,74bc	297,40 \pm 6,15abc	303,4 \pm 11,16ab	302,4 \pm 9,32ab	298,2 \pm 6,53abc	299,56 \pm 6,82ab	309,67 \pm 5,87a	300,8 \pm 6,66ab
Na ⁺	141,7 \pm 2,34a	141,5 \pm 2,06a	141,7 \pm 1,5a	142,7 \pm 2,08a	141,8 \pm 2,7a	143,34 \pm 3,67a	144 \pm 2,6a	145,2 \pm 2,8a	144,3 \pm 4,3a	144 \pm 3,9a
K ⁺	3,93 \pm 0,4ab	4,06 \pm 0,2ab	3,9 \pm 0,4ab	4,07 \pm 0,42ab	4,05 \pm 0,3ab	4,21 \pm 0,5a	3,83 \pm 0,3ab	3,7 \pm 0,3ab	3,8 \pm 0,4ab	3,7 \pm 0,41b
Cl ⁻	105,6 \pm 5,7	105,5 \pm 4,6	105,4 \pm 4,9	106,4 \pm 3,9	103,2 \pm 6,7	105 \pm 8,1	106,6 \pm 5,8	108,4 \pm 6,3	106 \pm 8,0	107,2 \pm 6,1
iCa	0,98 \pm 0,01ab	1,005 \pm 0,08ab	1,008 \pm 0,1a	0,94 \pm 0,17ab	0,99 \pm 0,1ab	0,92 \pm 0,13ab	0,90 \pm 0,07ab	0,89 \pm 0,11ab	0,88 \pm 0,11ab	0,84 \pm 0,1b
Mg ⁺⁺	1,6 \pm 0,2	1,4 \pm 0,4	1,5 \pm 0,2	1,4 \pm 0,4	1,4 \pm 0,2	1,5 \pm 0,2	1,4 \pm 0,2	1,5 \pm 0,2	1,4 \pm 0,2	1,5 \pm 0,2
P ⁺	4,2 \pm 0,8bcd	3,3 \pm 1,0d	4,0 \pm 0,7cd	4,4 \pm 0,6abcd	4,2 \pm 0,7abcd	4,6 \pm 1,2abc	5,5 \pm 0,9a	5,1 \pm 0,8abc	5,4 \pm 0,9ab	5,5 \pm 1,0a
Ureia	9,7 \pm 2,0b	13,0 \pm 4,2bc	21,4 \pm 2,7ab	26,0 \pm 5,2ac	27,7 \pm 4,0ac	29,1 \pm 5,0a	29,5 \pm 5,8a	31,2 \pm 7,4a	31,3 \pm 5,2a	27,8 \pm 12,2a
Creatina	0,8 \pm 0,2	0,8 \pm 0,2	0,8 \pm 0,3	0,8 \pm 0,2	0,9 \pm 0,3	0,9 \pm 0,3	0,9 \pm 0,3	1,0 \pm 0,3	1,0 \pm 0,3	1,0 \pm 0,3
Glicose	63,3 \pm 8,7ab	62,7 \pm 8,9ab	64,3 \pm 6,7a	62,5 \pm 9,0ab	58,4 \pm 7,7ab	60,5 \pm 5,3ab	55,4 \pm 8,9ab	52,6 \pm 9,8b	54,2 \pm 6,2ab	54,3 \pm 4,3ab
Lactato	7,6 \pm 3,8	7,2 \pm 3,2	9,9 \pm 10,0	9,7 \pm 8,9	9,0 \pm 7,8	9,6 \pm 8,5	5,9 \pm 5,1	8,7 \pm 12,6	8,2 \pm 10,5	6,9 \pm 6,0

Hematócrito – Ht (%); Osmolalidade sérica – Osm (mOsm L⁻¹); Proteínas plasmáticas totais – PPT (g dL⁻¹); ureia – Ure (mg dL⁻¹), creatinina – Creat (mg dL⁻¹), Glicose – Gli (mg dL⁻¹), Lactato – Lac (mg dL⁻¹), sódio – Na⁺⁺ (mMol L⁻¹), potássio – K⁺ (mMol L⁻¹), cloreto - Cl⁻ (mMol L⁻¹), cálcio total – tCa⁺⁺ (mMol L⁻¹), magnésio – Mg⁺⁺ (mg dL⁻¹) e fósforo – P⁺ (mg dL⁻¹). *Médias que não compartilham uma letra são significativamente diferentes, pelo teste de Tukey, p > 0,05. # Houve diferença significativa (p<0,05), apesar do teste de Tukey não apresentar letras diferentes.

5.2.2. Bioquímica e eletrólitos séricos

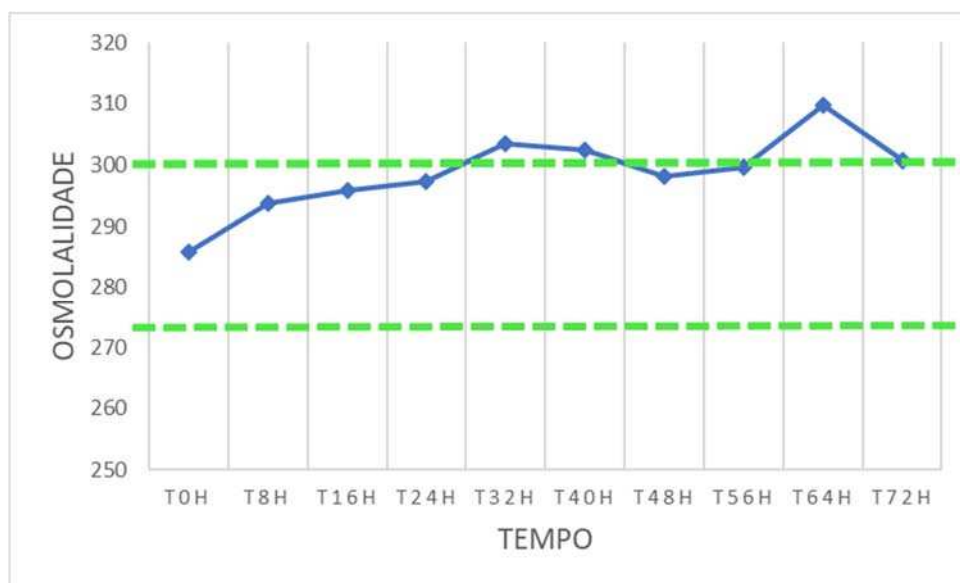
Os resultados obtidos para bioquímica e concentração sérica de eletrólitos, estão dispostos na Tabela 11.

5.2.2.1. Osmolalidade

A análise da variância detectou que existe diferença estatística entre a osmolalidade sérica e o tempo de desidratação dos animais ($p < 0,05$). Os dados demonstram que ao longo do período experimental a osmolalidade sérica aumentou demonstrando que ocorreu uma concentração de solutos. Essa variável permaneceu dentro da faixa de normalidade para a espécie durante a parte inicial do experimento ($270\text{-}300 \text{ mOsm L}^{-1}$) (KANEKO *et al.*, 2008), estando acima da referência nos tempos T32h, T40h, T64h e T72h, o que era esperado pois nesses tempos os animais já apresentavam desidratação considerável.

O teor de água do organismo é bastante constante, de forma que o equilíbrio hídrico ocorre porque a ingestão de água é igual a excreção de água. (REECE, 2017). No presente estudo os animais estavam em restrição hídrica e alimentar, o que justifica o aumento da osmolalidade. Ao final do protocolo (T72h), a osmolaridade sérica foi maior que a observada no início da desidratação, esse aumento está relacionado à perda de fluido hipotônico (DIBARTOLA, 2012). Resultados similares foram encontrados por Oliveira *et al.*, (2020).

Figura 20: Valores médios para osmolalidade bovinos adultos desidratados experimentalmente.



5.2.2.2. Sódio

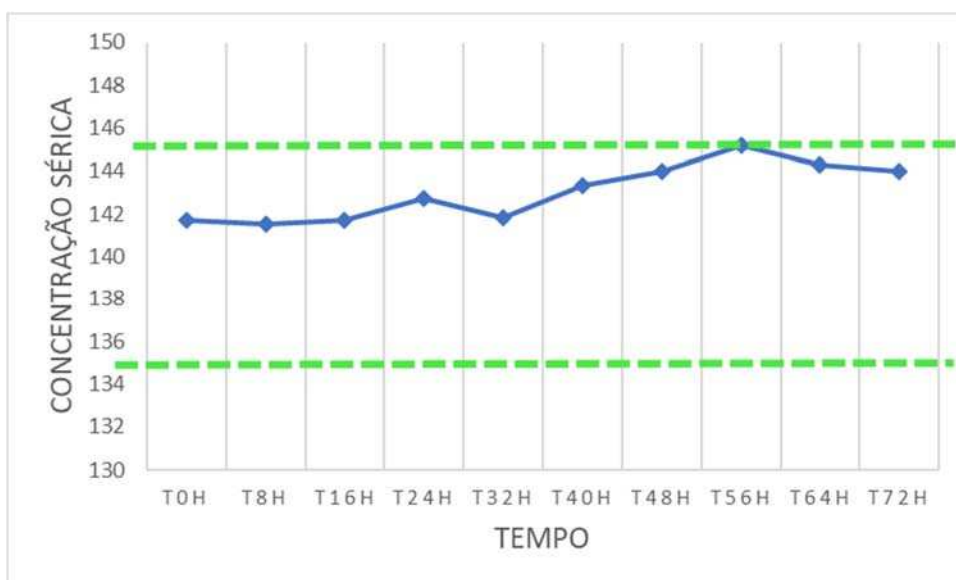
Pela análise de variância, obteve-se diferença estatística nos valores de sódio sérico ($p < 0,05$), apesar do teste de Tukey não ter indicado diferença nas letras. Houve discreto aumento na natremia a partir do T40h, embora os valores tenham permanecido dentro da faixa de referência (135 a 145 mMol L^{-1}) para a espécie (KANEKO *et al.*, 2008) até o final do protocolo, corroborando com os resultados obtidos por Ribeiro Filho *et al.*, (2011) e Oliveira *et al.*, (2020).

Uma das razões para o aumento de sódio é a perda primária de água do fluido extracelular, proveniente da privação ou restrição hídrica, além da perda de fluido hipotônico e hemoconcentração (HALL, 2011; DIBARTOLA, 2012), ambos presentes nesse estudo.

Sugere-se, ainda, que os valores se mantiveram na faixa fisiológica, pois a absorção intestinal contribuiu, considerando-se que os herbívoros em geral armazenam cerca de 10 a 15% do peso corporal em forma de fluido presente no sistema digestório, que servirá como auxílio na manutenção da homeostase (REECE, 2017; GONZÁLEZ; SILVA, 2006, MANCHA, 2009).

Apesar da perda de água sugerir um aumento na concentração de sódio, as perdas urinárias desse eletrólito puderam manter os valores dentro da faixa fisiológica para a espécie.

Figura 21: Valores médios para concentração sérica de sódio em bovinos adultos desidratados experimentalmente.



5.2.2.3. Potássio

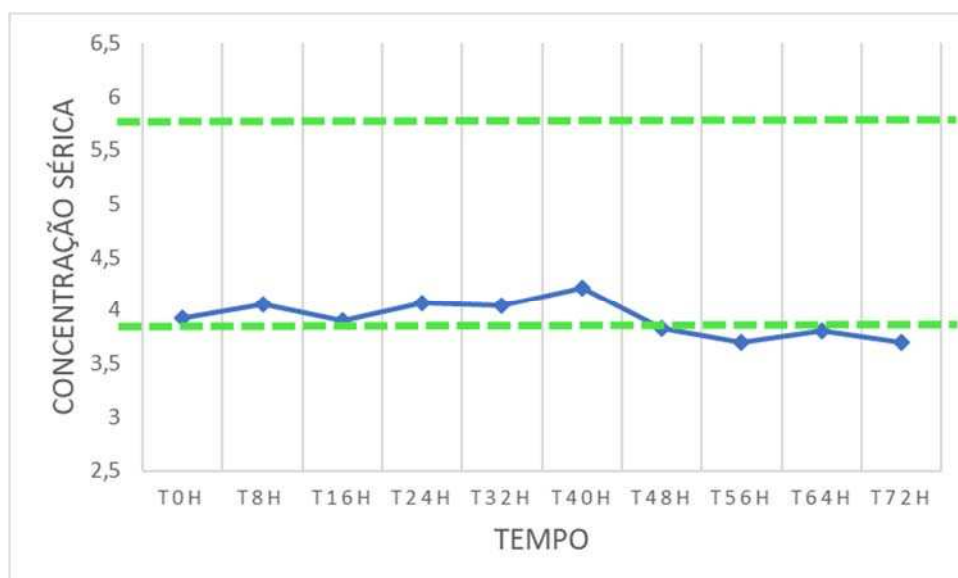
Os níveis de potássio demonstraram diferença estatística pela análise de variância ($p < 0,05$) sendo demonstrada pela diferença de letras no teste de Tukey. Até o tempo T40h, houve discreto aumento da concentração sérica de potássio. Dos tempos T48h até T72h, observou-se hipocalemia, que pode ser explicada pelo período de jejum ao qual os animais foram submetidos. Apesar disso, sugere-se que esses valores possam estar subestimados, em razão da ocorrência dos mecanismos de tamponamento. Por essa razão, ressalta-se a importância da dosagem sérica de potássio para as futuras reposições eletrolíticas.

O aumento do potássio é esperado assim como do sódio, visto que os dois eletrólitos são interdependentes e tendem a aumentar na desidratação. As dietas de ruminantes tendem a ter elevados teores de potássio, uma vez que este é encontrado em altas concentrações na maioria das forragens (VALADARES FILHO *et al.*, 2010).

Esses animais foram também submetidos a jejum alimentar, ficando o aporte de potássio prejudicado, o que justifica o decréscimo após 48 horas de experimento. A hipocalemia pode ocasionar o aparecimento de fraqueza muscular e arritmia cardíaca (KANEKO *et al.*, 2008; THRALL *et al.*, 2015), sendo necessário a reposição de potássio em animais enfermos que apresentem anorexia.

A redução do volume plasmático possivelmente desencadeou ativação do sistema renina-angiotensina-aldosterona, o qual ocasiona aumento da excreção urinária de potássio (HALL, 2011) contribuindo dessa forma, para a redução do potássio sérico.

Figura 22: Valores médios para concentração sérica de potássio em bovinos adultos desidratados experimentalmente.



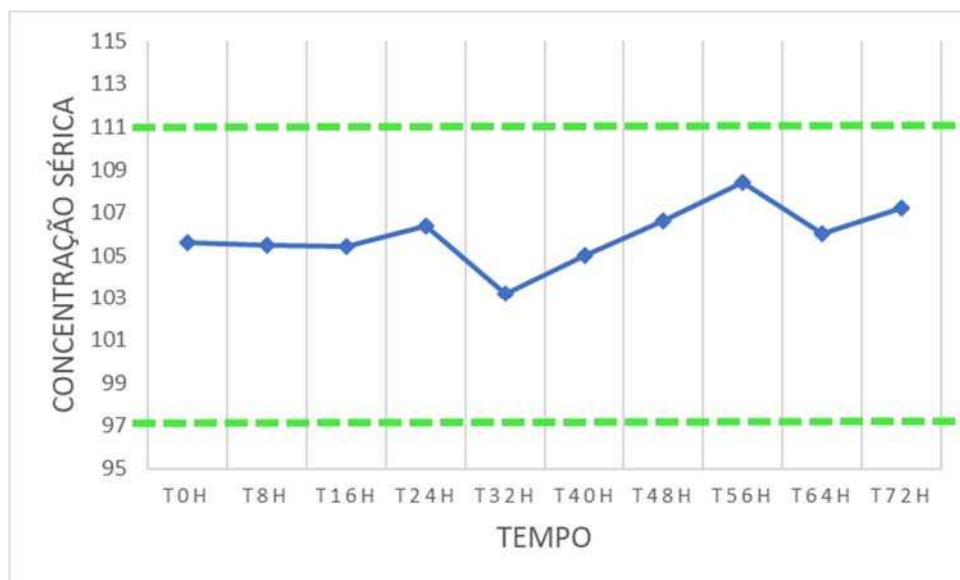
5.2.2.4. Cloreto

Não houve diferença estatística nos níveis séricos de cloreto ($p>0,05$) e este permaneceu dentro da faixa de normalidade para a espécie até o final do experimento. De acordo com Boffi (2007), o efeito osmótico do cloreto é similar ao observado no sódio e isso explica o comportamento semelhante de ambos, porém o cloreto permaneceu estável, com episódios de aumento discreto, atingindo seu maior valor no tempo T56h, quando chegou a $108,4 \text{ mMol L}^{-1}$. Apesar disso, o aumento não foi significativo ($p>0,05$) e o valor de referência para a espécie não foi extrapolado em nenhum dos tempos (SMITH, 2015).

Os íons cloro e bicarbonato são eletricamente equilibrados no líquido extracelular com os íons sódio, mas as osmoconcentrações são mais consequências nas alterações de cátions e teor de água do que de ânions (REECE, 2017).

Cabe ressaltar que, embora não seja o caso deste experimento, na maioria das vezes que os animais apresentam um quadro de desidratação, ele vem acompanhado de enfermidades que podem levar a desequilíbrios eletrolíticos e ácido base como por exemplo o deslocamento de abomaso, no qual o animal apresenta uma alcalose hipoclorêmica, acompanhada de hipocalemia, hipocalcemia e algumas vezes hiponatremia (SMITH, 2009).

Figura 23: Valores médios para concentração sérica de cloreto em bovinos adultos desidratados experimentalmente.



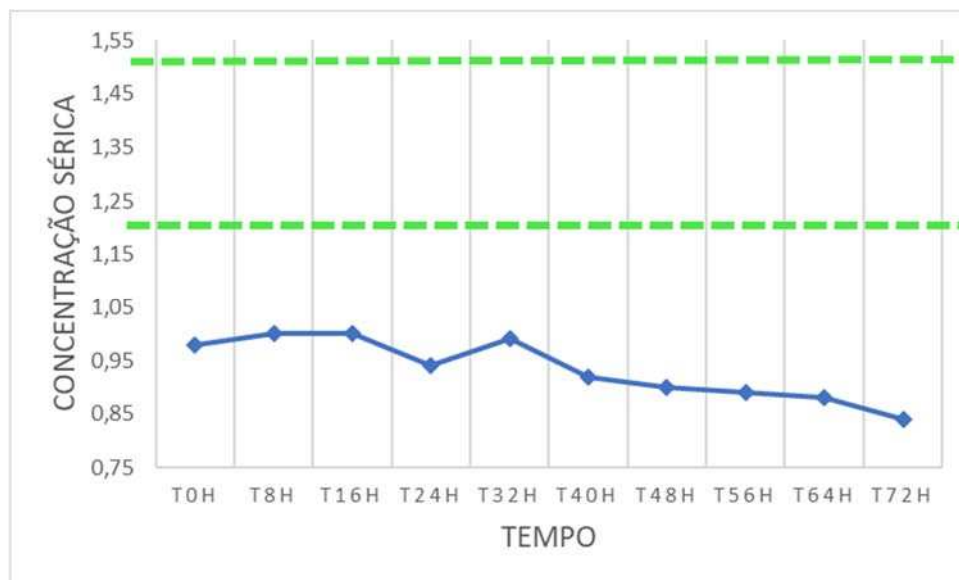
5.2.2.5. Cálcio ionizado

Desde o início do experimento (T0h), os animais apresentaram média da concentração de cálcio ionizado menor que a faixa de normalidade ($1,2$ a $1,5 \text{ mMol L}^{-1}$) (RADOSTITS *et al.*,

2010) para a espécie, possivelmente este fato está relacionado à nutrição dos animais. Ao final do protocolo de desidratação (T72h), observa-se que houve diminuição significativa do Ca ionizado ($p < 0,05$), chegando ao valor de $0,84 \text{ mMol L}^{-1}$.

O cálcio é eletrólito fundamental para o funcionamento do organismo, ele está presente de três formas: ligado a proteínas plasmáticas; combinado a substâncias aniônicas e cálcio livre (ionizado) (HALL, 2011). Dentre as principais funções estão formação de ossos e leite, coagulação, manutenção da excitabilidade neuromuscular (RADOSTITS *et al.*, 2010). A queda do cálcio ionizado que ocorre à medida que os animais vão desidratando e isso nos chama atenção para a necessidade de reposição desse eletrólito nos animais desidratados.

Figura 24: Valores médios para concentração sérica de cálcio ionizado em bovinos adultos desidratados experimentalmente.



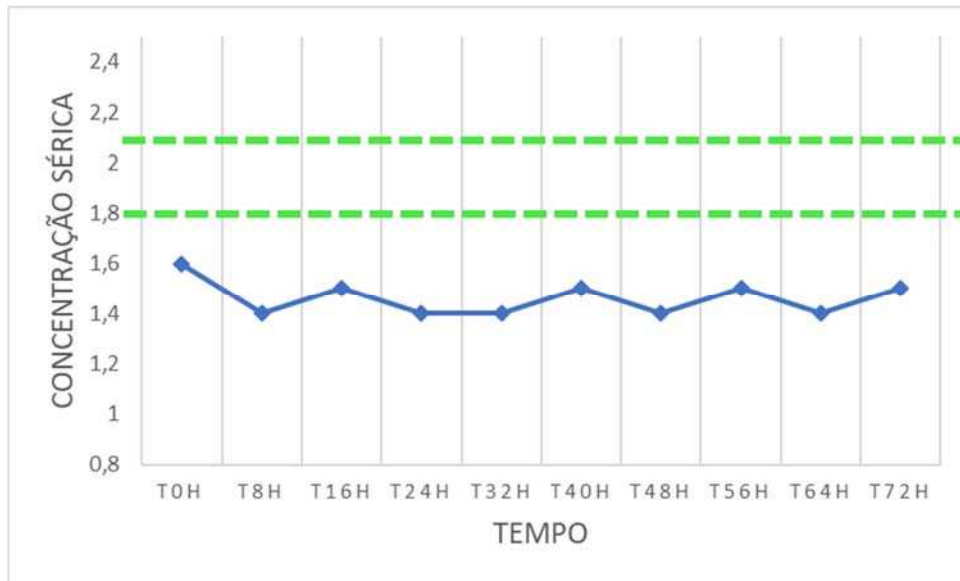
5.2.2.6. Magnésio

Desde o início do experimento, o magnésio se manteve abaixo do valor de referência para a espécie ($1,8$ a $2,1 \text{ mg dL}^{-1}$) (KANEKO *et al.*, 2008) o que pode ser atribuído à dieta dos animais. Segundo Smith (2009) as causas de hipomagnesemia estão ligadas à dieta, uma vez que esse íon está 70% nos ossos e dentes, não estando prontamente disponíveis, e os outros 30% estão distribuídos nos tecidos moles, sendo críticos para o funcionamento do organismo, de forma que dependem da alimentação para a manutenção dos níveis fisiológicos.

Não foram observadas alterações até o final da indução da desidratação, como está descrito na Tabela 24. Além disso, sabe-se que 99% do magnésio está presente no interior das células e, portanto, apenas 1% representa o magnésio sérico, dificultando a identificação de

valores fidedignos de depleção (DIBARTOLA, 2012). O efeito principal do tempo foi avaliado pelo teste de Kruskal-Wallis, que indicou não haver dependência dessa variável em relação ao tempo de desidratação ($p>0,05$).

Figura 25: Valores médios para concentração sérica de magnésio em bovinos adultos desidratados experimentalmente.

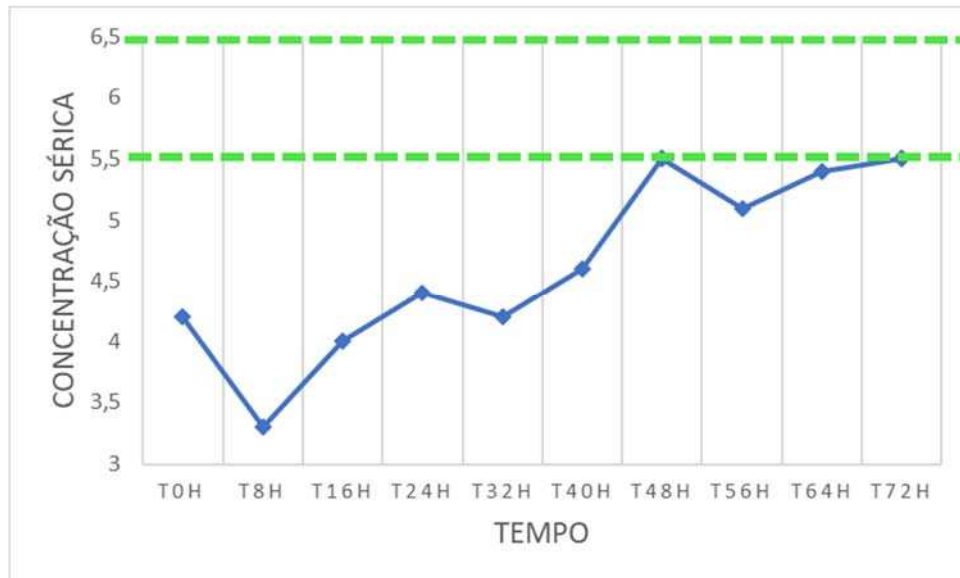


5.2.2.7. Fósforo

A análise de variância demonstrou haver diferença estatística entre o valor de fósforo sérico e o tempo de desidratação ($p<0,05$). O teste de Tukey também indicou. Houve aumento da concentração sérica de fósforo ao longo do tempo, embora até o final do experimento (T72h), este eletrólito tenha se mantido abaixo da faixa de referência (5,6 a 6,5 mg dL⁻¹) (RADOSTITS *et al.*, 2010). As deficiências de fósforo talvez seja o distúrbio mais comum em animais que são mantidos em pastagens, ela está ligada a baixos teores desse mineral no solo e forrageiras, concentrações de fósforo sérico nem sempre refletem o equilíbrio do fosfato, mas deficiências alimentares de fósforo são frequentemente manifestadas por hipofosfatemia (GONZALEZ *et al.*, 2017)

Os bovinos são animais sensíveis a deficiência desse mineral e esta é relacionada a alimentação. Acredita-se assim como o cálcio, o fósforo estava deficiente na dieta dos animais submetidos ao experimento, visto que eles eram criados em regime de pastagens.

Figura 26: Valores médios para concentração sérica de fósforo em bovinos adultos desidratados experimentalmente.



5.2.2.8. Ureia e Creatinina

O efeito principal do tempo foi avaliado pelo teste de Kruskal-Wallis, que indicou haver dependência entre a variável ureia sérica e o tempo de desidratação ($p < 0,05$). Nos tempos T0h e T8h, os valores apresentaram-se abaixo da faixa de normalidade e, a partir disso, observou-se aumento da ureia, que permaneceu dentro dos padrões para a espécie. Somente nos tempos T56h e T64h, a ureia sérica esteve discretamente acima da faixa de normalidade.

Embora tenha-se notado alterações discretas, ressalta-se que a creatinina é o principal marcador para avaliação da função renal e que o tempo de exposição à desidratação, presente neste protocolo, pode não ter sido suficiente para prejudicar tal função.

O aumento significativo dos níveis de ureia pode ser resultado da hipovolemia, do menor fluxo sanguíneo renal, do conseqüente prejuízo na excreção (KANeko, 1997) e do catabolismo (BONNET; CADORÉ, 1994), produzido pelo período de jejum. A redução da filtração glomerular também é responsável pelo aumento de ureia, isso acontece em razão da hipovolemia, que promove reabsorção e conseqüente aumento sérico da mesma (KANeko, 1997; BRAUN; LEFEBVRE, 2008). Esses resultados, corroboram com os resultados obtidos por Constable *et. al.*, (2001); Belli (2005), Ribeiro Filho *et. al.*, (2011); Atoji *et al.*, (2012) e Oliveira *et. al.*, (2020).

Para Oliveira *et al.*, (2020) a concentração de ureia foi um dos principais marcadores

de desidratação em equinos adultos. No nosso estudo, a concentração de ureia no sangue e na urina (UN), também foi considerada um dos principais indicadores laboratoriais de desidratação.

O efeito principal do tempo foi avaliado pelo teste de Kruskal-Wallis, indicou não haver dependência entre a variável creatinina sérica e o tempo de desidratação ($p > 0,05$). Até o momento T48h, a creatinina sérica manteve-se abaixo da faixa de referência (1 a 2 mg dL^{-1}) (RADOSTITS *et al.*, 2010). Houve aumento dos níveis de creatinina e a partir de T56h, manteve-se dentro da normalidade apresentando discreto aumento até o final do experimento (T72h), porém ainda dentro da faixa de normalidade.

Contrapondo, Feitosa (2014) afirma que creatinina é uma variável importante na determinação da volemia, pois é sintetizada pela metabolização da creatina e fosfocreatina, principalmente nos músculos, e não varia com a dieta, sexo ou idade do animal, sendo excretada na urina e variando pela concentração ou diluição desta.

Além disso, foi possível observar que a excreção renal de ureia e creatinina foi eficiente e ambas estão demonstradas no tópico “Bioquímica urinária”.

Figura 27: Valores médios para concentração sérica de ureia em bovinos adultos desidratados experimentalmente.

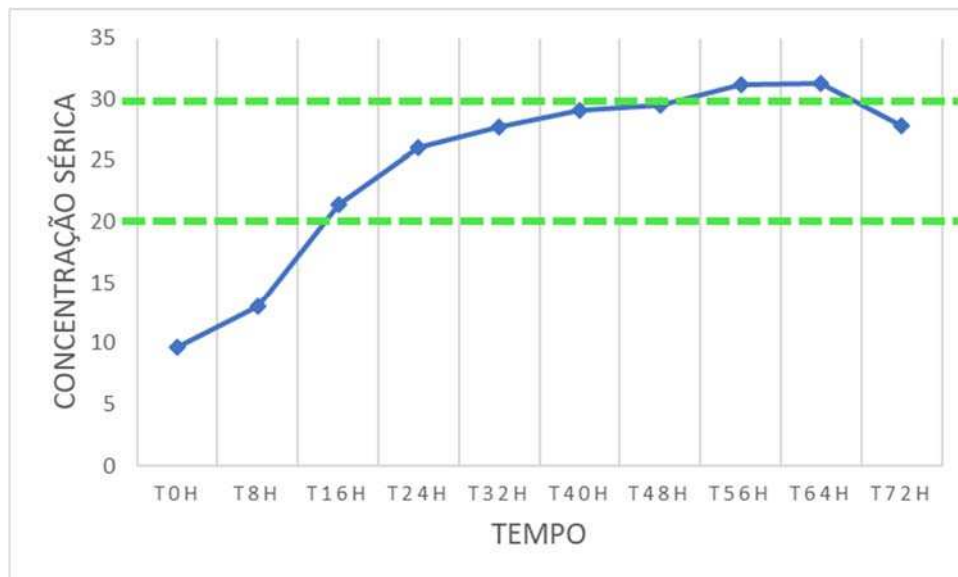
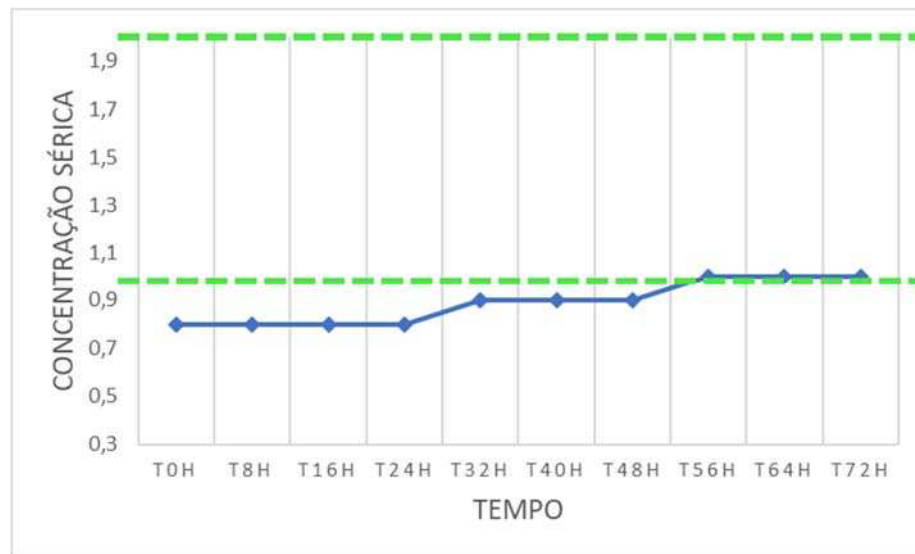


Figura 28: Valores médios para concentração sérica de creatinina em bovinos adultos desidratados experimentalmente.

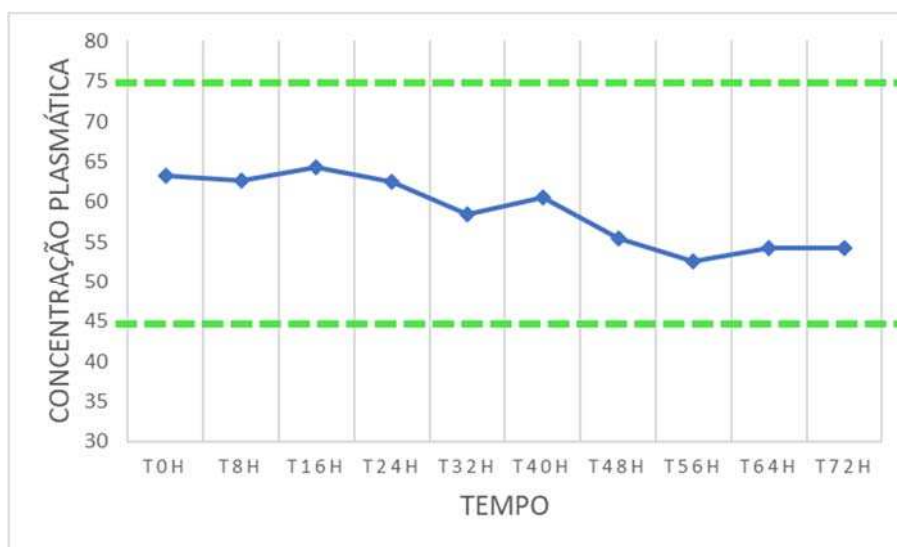


5.2.2.9. Glicose

Com relação à glicose plasmática, nota-se que houve diferença estatística pela análise de variância ($p < 0,05$) e na disposição das letras pelo teste de Tukey. Durante todo o experimento, a glicose permaneceu dentro da faixa de normalidade para a espécie: 45-75 mg dL^{-1} (KANEKO *et al.*, 2008). Apesar disso, observou-se redução ao longo do tempo de desidratação. Isso pode ser explicado pela carência energética e jejum prolongado (OETZEL; OLSON; CURTIS, 1988) provocados nesse estudo.

Corroborando com esse estudo, Reynolds (2005) afirma que os mecanismos homeostáticos glicêmicos de gliconeogênese e glicogenólise são eficientes nos ruminantes, portanto permitem poucas variações, exatamente como observado no presente trabalho.

Figura 29: Valores médios para concentração plasmática de glicose em bovinos adultos desidratados experimentalmente.



5.2.2.10. *Lactato*

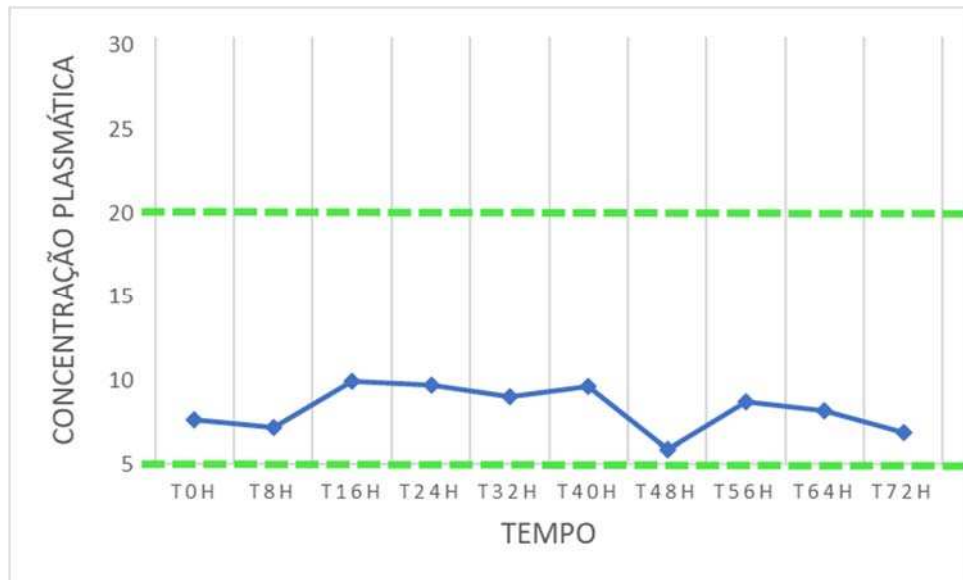
A Tabela 17 demonstra que durante todo protocolo, o lactato plasmático permaneceu dentro dos valores de referência para a espécie (5 a 20 mg dL⁻¹) (RADOSTITS *et al.*, 2010). O efeito principal do tempo foi avaliado pelo teste de Kruskal-Wallis, que indicou não haver dependência entre a variável lactato plasmático em relação ao tempo de desidratação ($p > 0,05$).

O lactato é o produto de uma série de reações que visam a produção de energia extra no catabolismo da glicose (conversão de piruvato em lactato pela enzima lactato desidrogenase). Dessa forma, quando os animais são submetidos ao jejum prolongado e/ou estresse, tem-se aumento plasmático dessa enzima (MARCHI *et al.*, 2012).

O mecanismo de produção de lactato, que é realizado mediante redução da perfusão tecidual (FIELDING, 2018), embora destaque-se que, estatisticamente, não houve dependência dessa variável em relação ao tempo de desidratação. Isso pode ser explicado pelo protocolo e o tempo de desidratação ao qual esses animais foram submetidos.

A participação do lactato em ruminantes como via gliconeogênica é menos importante do que em monogástricos (KOZLOSKI, 2011). O estudo das concentrações de lactato em ensaios sobre desidratação é importante pois este é agente capaz de modificar o equilíbrio ácido base alterando as concentrações de bases metabolizáveis, podendo causar acidose (CONSTABLE, 2014).

Figura 30: Valores médios para concentração plasmática de lactato em bovinos adultos desidratados experimentalmente.



5.2.3. Hemogasometria

Os resultados para parâmetros hemogasométricos estão dispostos na Tabela 12. Observa-se que todas as variáveis se mantiveram estáveis e dentro das faixas fisiológicas para a espécie durante todo o experimento, não havendo diferença estatística ($p > 0,05$) pela análise de variância. Isso pode ser explicado pelo protocolo utilizado e pelo tempo de desidratação ao qual esses animais foram submetidos, que pode não ter sido suficiente para causar alterações nos parâmetros hemogasométricos.

De acordo com Hall (2011), esse comportamento é esperado em organismos hígidos, uma vez que, nesses casos, os mecanismos de compensação são eficazes para manter a homeostasia.

Os distúrbios ácido base de origem metabólica, mesmo em baixa intensidade, desencadeiam respostas compensatórias. O sistema tampão é o primeiro mecanismo pelo qual o organismo regula o equilíbrio ácido base, seguido pelo controle da ventilação pulmonar, esses dois atuam em minutos, por último o sistema renal entra em ação (CARLSON; BRUSS, 2008; DIBARTOLA, 2012).

Observou-se aumento da pCO_2 nos tempos T32h e T64h, acima o valor de referência para a espécie, o que segundo DiBartola (2012), poderia indicar o início do desenvolvimento de acidose respiratória, devendo essa variável deverá ser analisada em conjunto com o

bicarbonato. Sendo assim, essa pequena variação não possui significado clínico, pois ao avaliar o bicarbonato, nota-se que ele se manteve dentro do valor o valor de referência para a espécie ao longo do protocolo de desidratação.

A concentração de base (cBase), o ânion GAP e diferença de íons fortes (DIF) permaneceram dentro da faixa de normalidade para bovinos. O aumento da concentração de base, redução nos valores de ânion GAP e DIF indicam o desenvolvimento de alcalose metabólica, assim como a diminuição da concentração de base e aumento nos valores de ânion GAP e DIF indicam o desenvolvimento de acidose metabólica (DIBARTOLA, 2012).

Analisando os parâmetros hemogasométricos, nota-se que nas condições desse estudo, não houve alterações significativas decorrente do protocolo desidratação em bovinos adultos. Entretanto, sabe-se que a maioria dos bovinos enfermos que chegam para atendimento na rotina clínica, estão com algum distúrbio físico e conseqüentemente podendo apresentar desequilíbrios ácido base. Como exemplo podemos citar as obstruções digestivas (deslocamento/vólvulo abomasal), nos quais esses animais se apresentam em alcalose metabólica. Segundo Roussel (2014), bovinos desidratados têm probabilidade duas vezes maior de desenvolver alcalose metabólica quando se compara com a acidose metabólica, porém cabe lembrar que nos quadros de acidose ruminal, pode ocorrer acidose metabólica (SMITH, 2006).

Figura 31: Valores médios para pH sanguíneo, pCO₂ e HCO₃ em bovinos adultos desidratados experimentalmente.

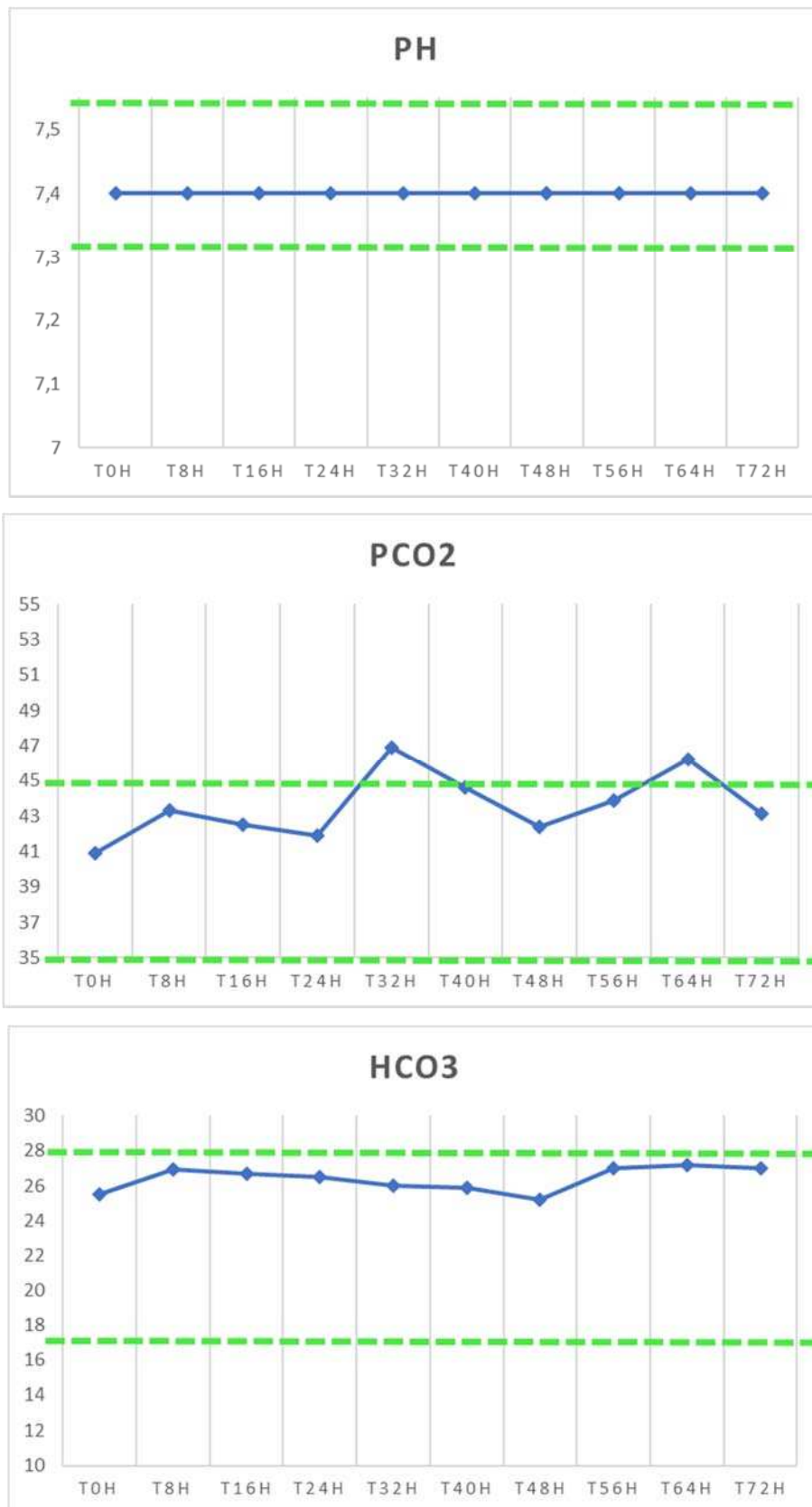


Figura 32: Valores médios para cBase; ânion GAP e diferença de íons forte (DIF) em bovinos adultos desidratados experimentalmente.

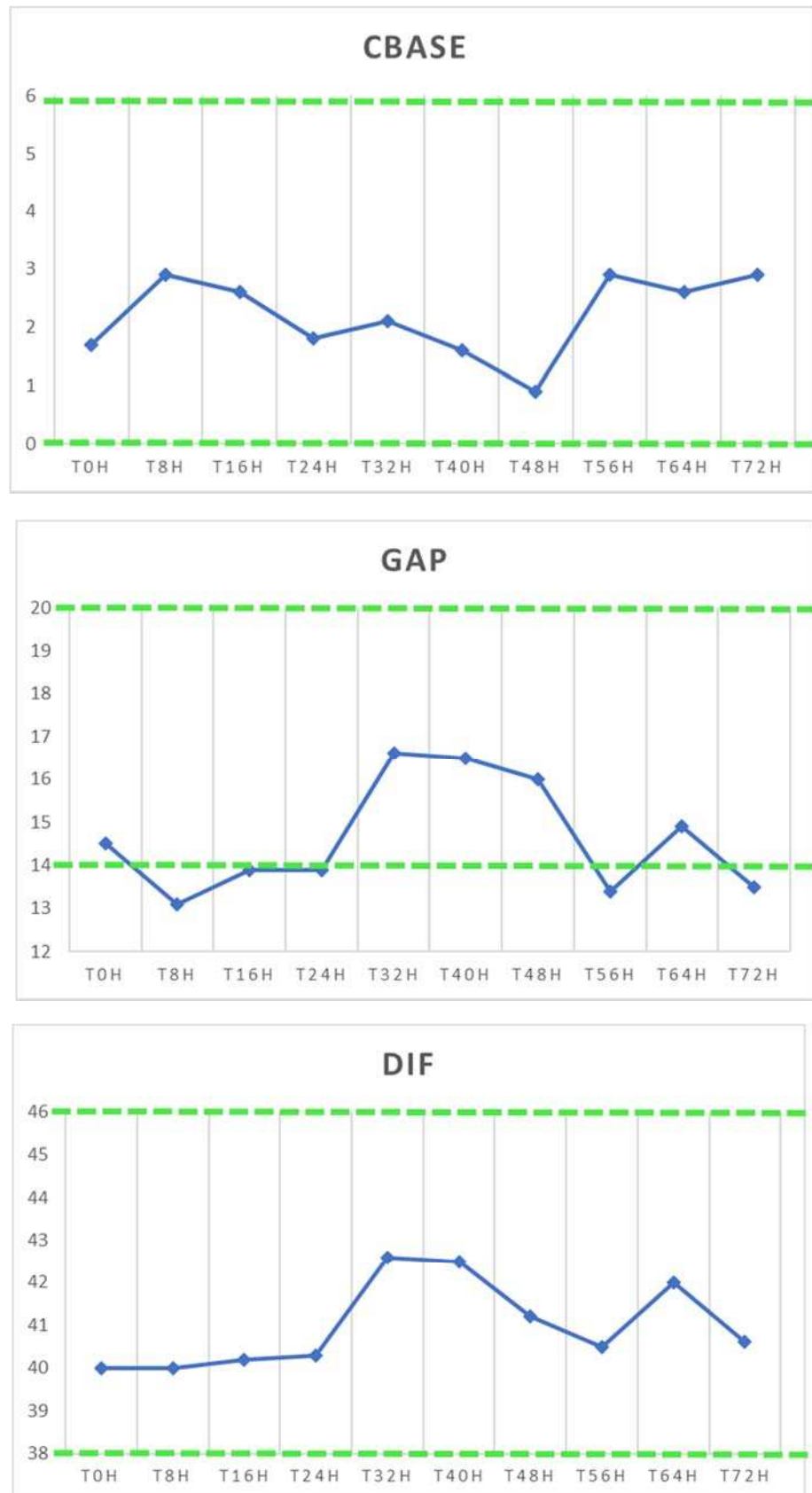


Tabela 12: Média \pm desvio padrão para parâmetros hemogasométricos de bovinos adultos submetidos ao protocolo de desidratação, em um período de 72 horas com restrição hídrica e alimentar.

Variáveis	Pré-desidratação		Período trans-desidratação							
	0h	8h	16h	24h	32h	40h	48h	56h	64h	72h
pH	7,4 \pm 0,05	7,4 \pm 0,02	7,4 \pm 0,02	7,4 \pm 0,04	7,4 \pm 0,04	7,4 \pm 0,04	7,4 \pm 0,05	7,4 \pm 0,03	7,4 \pm 0,03	7,4 \pm 0,04
pCO ₂	40,9 \pm 6,33	43,3 \pm 3,6	42,5 \pm 2,3	41,9 \pm 3,8	46,9 \pm 6,7	44,6 \pm 6,0	42,4 \pm 5,9	43,9 \pm 5,45	46,2 \pm 5,9	43,1 \pm 6,5
HCO ₃ ⁻	25,5 \pm 2,0	26,9 \pm 2,6	26,7 \pm 2,0	26,5 \pm 2,35	26,0 \pm 2,8	25,9 \pm 2,5	25,2 \pm 2,3	27,0 \pm 2,9	27,2 \pm 2,9	27,0 \pm 3,6
cBase	1,7 \pm 1,9	2,9 \pm 2,4	2,6 \pm 2,1	1,8 \pm 2,4	2,1 \pm 2,5	1,6 \pm 2,4	0,9 \pm 2,3	2,9 \pm 2,8	2,6 \pm 3,0	2,9 \pm 3,3
GAP	14,5 \pm 6,2	13,1 \pm 5,3	13,9 \pm 6,1	13,9 \pm 6,1	16,6 \pm 6,0	16,5 \pm 5,9	16,0 \pm 7,1	13,4 \pm 5,6	14,9 \pm 5,4	13,5 \pm 5,2
DIF	40,0 \pm 5,9	40,0 \pm 5,0	40,2 \pm 5,0	40,3 \pm 5,0	42,6 \pm 5,0	42,5 \pm 5,7	41,2 \pm 6,0	40,5 \pm 4,5	42,0 \pm 5,9	40,6 \pm 4,6

Potencial hidrogeniônico – pH; Pressão parcial de dióxido de carbono – pCO₂ (mmHg); Concentração de base – cBase (mEq L⁻¹); Ânion GAP – GAP (mEq L⁻¹), Diferença de íons fortes – DIF (mEq L⁻¹). *Médias que não compartilham uma letra são significativamente diferentes, pelo teste de Tukey, p > 0,05.

5.3. Parâmetros Urinários

5.3.1. Densidade

A partir da análise de variância, observa-se que houve diferença entre a densidade urinária e o tempo decorrido do protocolo de desidratação ($p < 0,05$). Quanto maior foi o tempo de restrição hídrica e alimentar, maior foi a densidade urinária dos animais, embora esse valor tenha se mantido dentro da faixa de referência para bovinos: 1025 a 1045 (GARCIA-NAVARRO, 1996; REECE, 2017; KANEKO *et al.*, 2008; THRALL *et al.*, 2015), até o momento T56h. Ao final do protocolo, (T64h e T72h), a densidade específica da urina ultrapassa essa faixa (Tabela 20). Em alguns momentos, foi necessário realizar a diluição da amostra com água destilada (THRALL *et al.*, 2015), para que a leitura fosse possível.

A densidade específica da urina sofre interferência da proporção de substâncias dissolvidas (REECE, 2017). Dessa forma, a concentração da urina indica que está ocorrendo remoção de mais solutos que água (THRALL *et al.*, 2015). Diante da restrição hídrica, a excreção urinária será reduzida, fazendo com que a urina se torne gradativamente mais concentrada, podendo acentuar os desequilíbrios eletrolíticos (RADOSTITS *et al.*, 2010), explicando os resultados dispostos na Tabela 13.

Discordando dos dados de literatura de vários autores, referente a faixa fisiológica de densidade urinária para espécie bovina, o nosso estudo demonstra que os animais só conseguiram atingir a densidade urinária de 1045 no T40h, ou seja quando eles já se apresentavam bastante desidratados.

Figura 33: Valores médios para densidade urinária em bovinos adultos desidratados experimentalmente.



5.3.2. pH

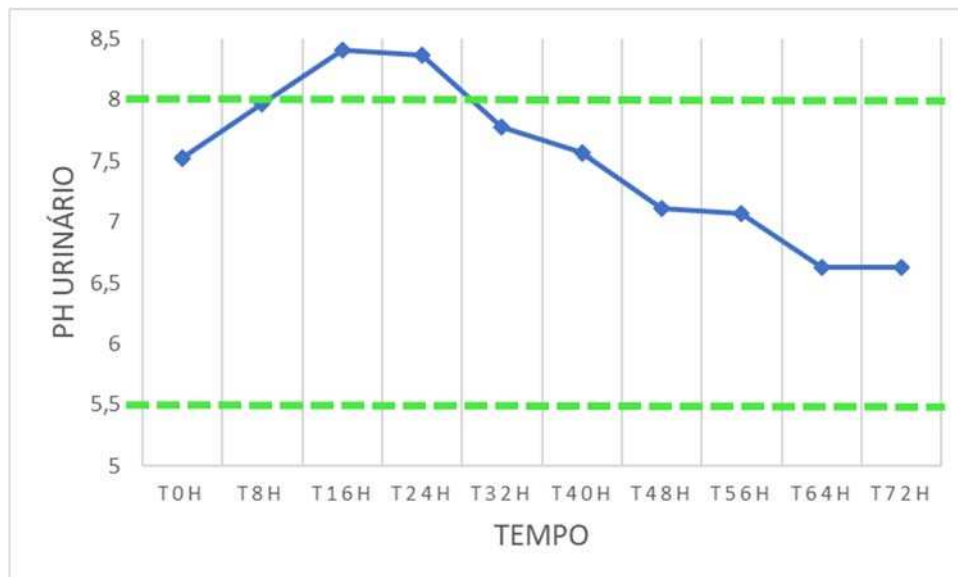
Para ruminantes hígidos em geral, o pH urinário está entre 5,5 e 8,0 (OSBALDISTON; MOORE, 1971), podendo ocorrer variações de acordo com a dieta: bovinos que recebem capim como principal fonte de alimentação, apresentam pH urinário entre 7,5 e 8,0, enquanto os que ingerem dietas ricas em concentrado, estão na faixa de 5,5 a 7,0 (ORTOLANI, 2003a).

No presente estudo, houve diferença estatística entre o potencial hidrogeniônico da urina ao longo do período de desidratação ($p < 0,05$). Os resultados obtidos para essa variável estão dispostos na Tabela 13.

Houve discreto aumento do pH urinário nos tempos T16h e T24h e este pode ser explicado pela privação de alimento. Enquanto os bovinos permanecem em restrição alimentar, há ligeira alcalinização do pH urinário (MARUTA; ORTOLANI, 2002).

Em contrapartida, quadros de acidose metabólica ou respiratória acidificam o pH urinário (ORTOLANI, 2003a) e, apesar de nos tempos T64h e T72h, ter sido observada redução do pH_{Ur}, embora estes valores sejam estatisticamente iguais ao T0h, no presente estudo não houve acidose metabólica ou respiratória.

Figura 34: Valores médios para pH urinário em bovinos adultos desidratados experimentalmente.



5.3.3. Coloração e turbidez

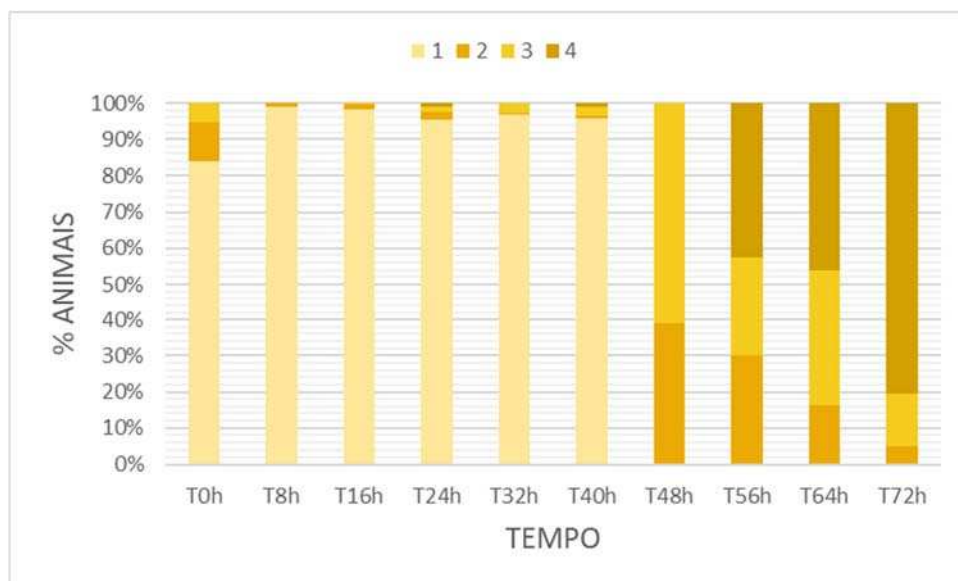
A turbidez acompanhou esse comportamento, como pode-se observar na Tabela 14. No início do experimento, todos os animais apresentavam urina entre límpida (62,5%) e semiturva (8,93%). A partir do tempo T8h, é possível observar alteração significativa da turbidez da urina, quando 9,38% dos animais já apresentaram urina turva. Ao tempo T56h, 21,88% dos animais apresentaram urina turva. Sugere-se que esse fato esteja relacionado à presença de solutos em suspensão (THRALL *et al.*, 2015).

Foi detectada diferença estatística entre a coloração da urina e o tempo decorrido da desidratação ($p < 0,05$). Os resultados para essa variável estão dispostos na Tabela 15 e nota-se que no T0h, 46,67% dos animais apresentaram urina amarelo claro e 5,88% dos animais, apresentou urina amarelo ouro.

A partir de T32h, os animais passaram a concentrar mais a urina, em razão da restrição hídrica (DIRKSEN; GRÜNDER; STÖBER, 1993) e isso se reflete na coloração, fazendo com que a amostra de 20% dos animais, já demonstrasse a coloração amarelo escuro.

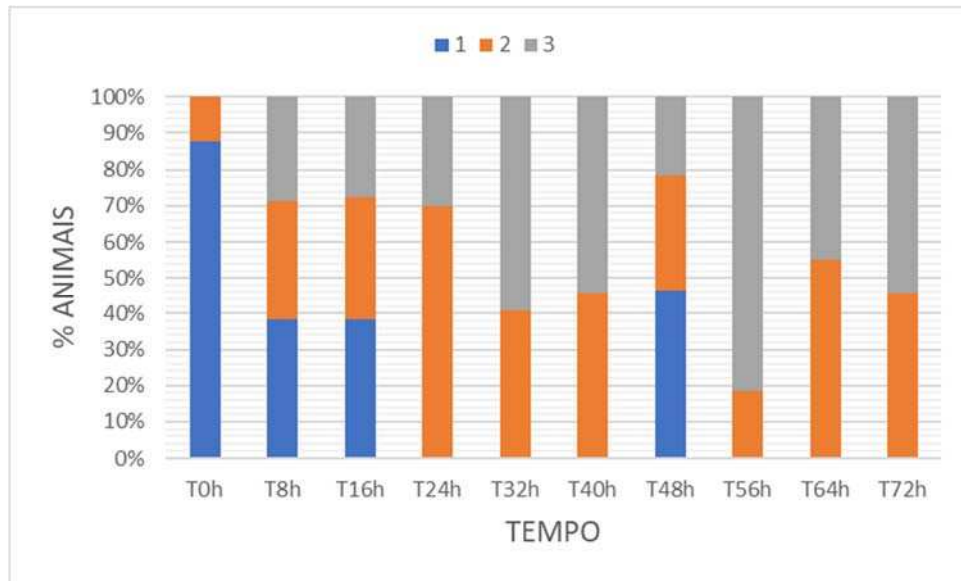
A partir disso, houve escurecimento progressivo da urina. Ao final do protocolo (T72h), 50% dos animais apresentavam urina marrom acastanhada ou âmbar, demonstrando a alta concentração das amostras (THRALL *et al.*, 2015) em virtude do alto grau de desidratação alcançado.

Figura 35: Associação entre coloração da urina e tempo de desidratação em bovinos adultos desidratados experimentalmente.



Legenda: 1: amarelo claro; 2: amarelo; 3: amarelo escuro; 4: amarelo âmbar.

Figura 36: Associação entre turbidez urinária e tempo de desidratação em bovinos adultos desidratados experimentalmente.



Legenda: 1: límpida; 2: semiturva; 3: turva.

Tabela 13: Média \pm desvio padrão para parâmetros urinários de bovinos adultos submetidos ao protocolo de desidratação, em um período de 72 horas com restrição hídrica e alimentar.

Variáveis	Pré-desidratação		Período trans-desidratação							
	0h	8h	16h	24h	32h	40h	48h	56h	64h	72h
Dens Ur	1029,0 \pm 13,5c	1032,1 \pm 9,27bc	1037,3 \pm 10,2abc	1040,1 \pm 8,6abc	1039,1 \pm 9,12abc	1045,4 \pm 10,9ab	1044,0 \pm 11,2ab	1043,6 \pm 8,7ab	1047,8 \pm 6,2a	1046,0 \pm 6,3ab
pH Ur	7,52 \pm 0,91abc	7,97 \pm 0,918ab	8,41 \pm 0,50a	8,36 \pm 0,34a	7,78 \pm 0,9abc	7,57 \pm 0,99abc	7,12 \pm 0,9abc	7,07 \pm 1,03bc	6,63 \pm 1,08c	6,63 \pm 1,0c

Densidade urinária – DensUr; potencial hidrogeniônico urinário - pHUr *Médias que não compartilham uma letra são significativamente diferentes, pelo teste de Tukey, $p > 0,05$.

Tabela 14: Avaliação da associação do escore de turbidez urinária x tempo de bovinos adultos submetidos ao protocolo de desidratação, em um período de 72 horas com restrição hídrica e alimentar.

Turbidez urinária	Pré-desidratação		Período trans-desidratação								
	0h	8h	16h	24h	32h	40h	48h	56h	64h	72h	Todos
1	5 (62,50%)	1 (12,50%)	1 (12,50%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (12,50%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	8 (100%)
2	5 (8,93%)	6 (10,71)	6 (10,71%)	8 (14,29%)	5 (8,93%)	6 (10,71%)	5 (8,93%)	3 (5,36%)	6 (10,71%)	6 (10,71%)	56 (100%)
3	0 (0%)	3 (9,38%)	3 (9,38%)	2 (6,25%)	4 (12,50%)	4 (12,50%)	2 (6,25%)	7 (21,88%)	3 (9,38%)	4 (12,50%)	32 (100%)
Todos	10 (10,42%)	10 (10,42%)	10 (10,42%)	10 (10,42%)	9 (9,38%)	10 (10,42%)	8 (8,33%)	10 (10,42%)	9 (9,38%)	10 (10,42%)	96 (100%)

Teste Qui-quadrado. Conteúdo da célula: Contagem (% da coluna). Escore de turbidez urinária: 1 = límpida; 2 = semiturva; 3 = turva.

Tabela 15: Avaliação da associação do escore de coloração da urina x tempo de bovinos adultos submetidos ao protocolo de desidratação, em um período de 72 horas com restrição hídrica e alimentar.

Cor da urina	Pré-desidratação		Período trans-desidratação								
	0h	8h	16h	24h	32h	40h	48h	56h	64h	72h	Todos
1	7 (46,67)	3 (20%)	2 (13,33%)	1 (6,67%)	1 (6,67%)	1 (6,67%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	15 (100%)
2	2 (5,88%)	6 (17,65%)	7 (20,59%)	6 (17,65%)	1 (2,94%)	2 (5,88%)	3 (8,82%)	4 (11,76%)	2 (5,88%)	1 (2,94%)	4 (100%)
3	1 (2,86%)	1 (2,86%)	1 (2,86%)	2 (8,71%)	7 (20%)	6 (17,14%)	5 (14,29%)	4 (11,43%)	5 (14,29%)	3 (8,57%)	35 (100%)
4	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (8,33%)	0 (0%)	1 (8,33%)	0 (0%)	2 (16,67%)	2 (16,67%)	6 (50%)	12 (100%)
Todos	10 (10,42%)	10 (10,42%)	10 (10,42%)	10 (10,42%)	9 (9,38%)	10 (10,42%)	8 (8,33%)	10 (10,42%)	9 (9,38%)	10 (10,42%)	96 (100%)

Teste Qui-quadrado. Conteúdo da célula: Contagem (% da coluna). Escore de coloração urinária: 1 = amarelo claro; 2 = amarelo; 3 = amarelo escuro e 4 = amarelo âmbar.

5.3.4. Bioquímica urinária

Os resultados obtidos para bioquímica urinária e excreção de eletrólitos, estão dispostos na Tabela 16.

5.3.4.1. Ureia e creatinina

Para a análise de bioquímica urinária, realizou-se aferição da ureia e, foi possível observar que houve aumento importante e gradativo da UreUr ao longo do tempo. Houve diferença estatística pela análise de variância ($p < 0,05$), também indicada pela diferença das letras no teste de Tukey. Ao início do protocolo, o valor médio era de 558 mMol L^{-1} , enquanto o maior valor médio foi atingido ao final do experimento (T72h): 2942 mMol L^{-1} .

Estatisticamente, o efeito principal do tempo foi avaliado pelo teste de Kruskal-Wallis, que indicou haver dependência entre a creatinina urinária e o tempo de desidratação ($p < 0,05$). Observou-se discreta redução da CreatUr no tempo T8h e a partir de T16h, há aumento progressivo, até o final do experimento. Ao tempo T72h, o valor médio foi: $140,4 \text{ mg dL}^{-1}$, coincidindo com o tempo de maior concentração de ureia.

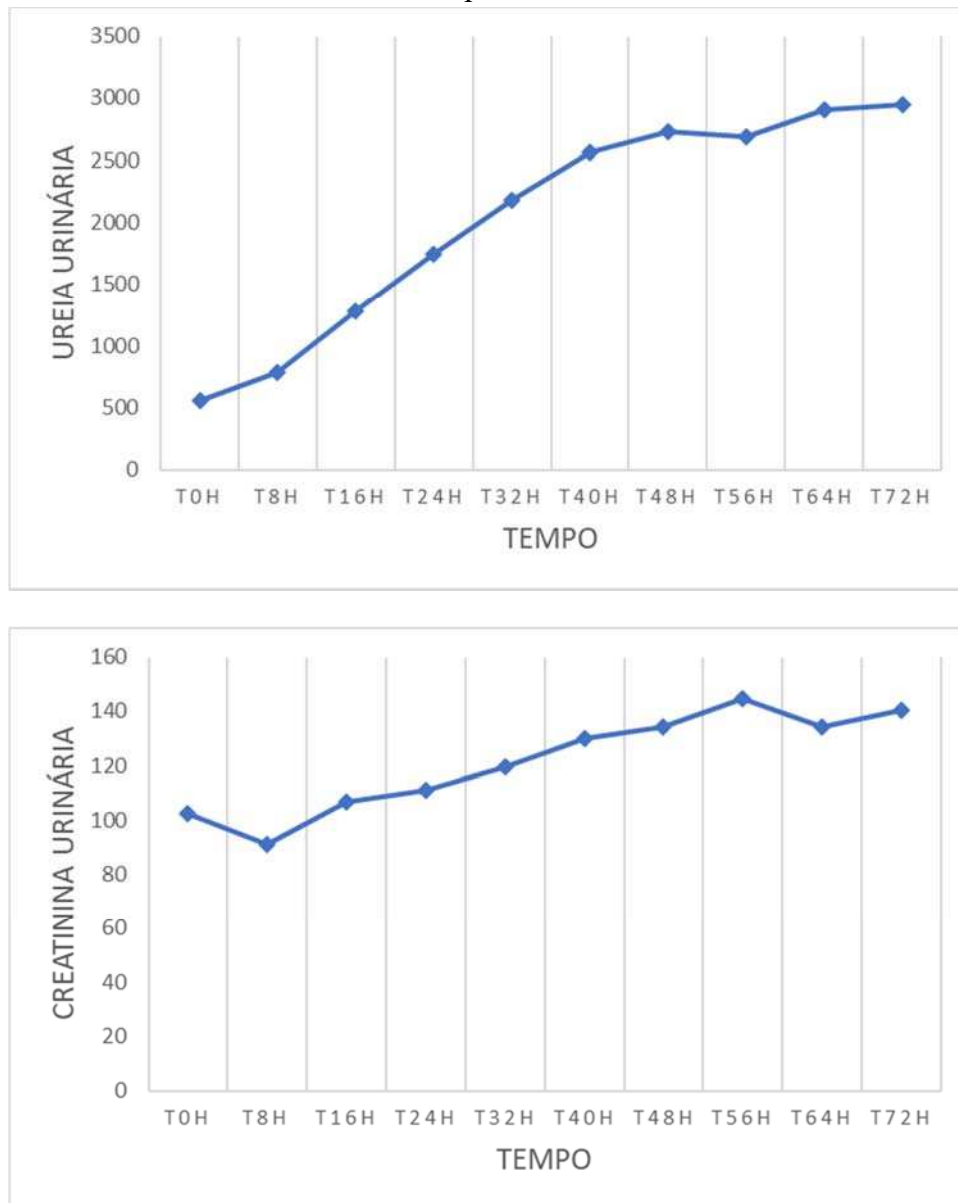
O aumento da concentração urinária dessas variáveis (UreUr e CreatUr) é compatível com o aumento dos níveis séricos das mesmas durante o experimento. A quantidade excretada de ureia é diretamente afetada por sua concentração plasmática (HARMEYER; MARTENS, 1980), enquanto a concentração de creatinina também sofre influência da concentração ou diluição da urina (FEITOSA *et al.*, 2009).

A desidratação é a principal causa do desenvolvimento de azotemia pré-renal (THRALL *et al.*, 2015). Sendo assim, tem-se redução da produção urinária, que funciona como mecanismo compensatório, visando a preservação do volume plasmático e, conseqüentemente, ocorre aumento da densidade urinária (THRALL *et al.*, 2015), como foi observado nesse estudo. Como a taxa de filtração glomerular e o fluxo renal estão prejudicados em animais desidratados, tem-se acúmulo de ureia e creatinina, fazendo-se necessária a maior excreção urinária das mesmas (SMITH, 2009; THRALL *et al.*, 2015). A UreUr poderá ter aumento desproporcional com relação à CreatUr (THRALL *et al.*, 2015), fato também confirmado pelo presente estudo.

Considerando-se que houve aumento significativo das concentrações de ureia aferidas em sangue e urina, durante todo o protocolo de desidratação experimental, considera-se que essa avaliação seja um dos mais importantes indicadores para os quadros de desidratação em bovinos adultos. Esse fato foi confirmado também por Oliveira *et al.*, (2020), que consideraram

a concentração plasmática de ureia, como um dos melhores marcadores de desidratação em equinos adultos.

Figura 37: Valores médios para concentração urinária de ureia e creatinina em bovinos adultos desidratados experimentalmente.

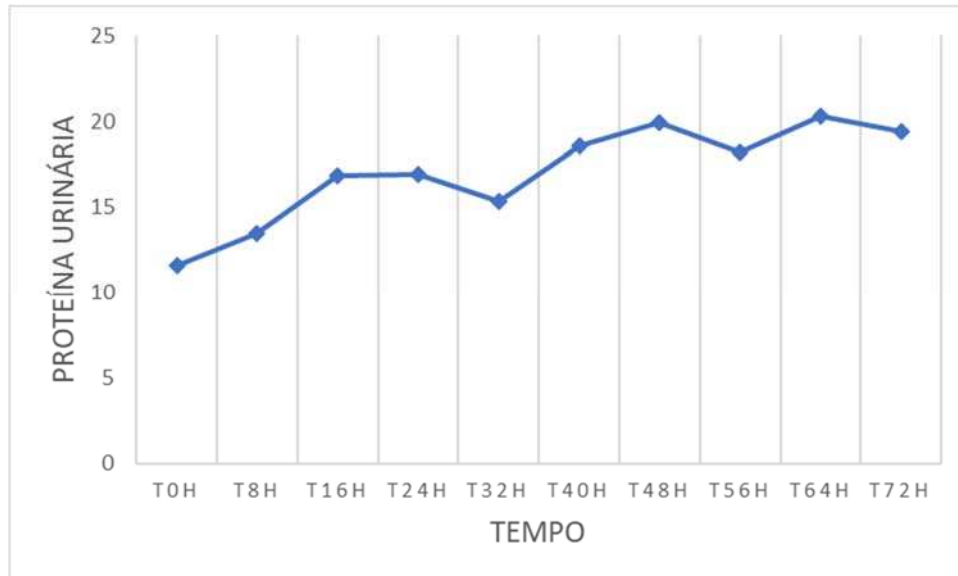


5.3.4.2. Proteína urinária

Houve aumento da proteína urinária ao longo de todo o protocolo de desidratação. Pela análise de variância, pode-se afirmar que houve diferença estatística para PtUr ($p < 0,05$), também indicada pela diferença das letras no teste de Tukey. Esse aumento da proteína ao longo do tempo está relacionado a desidratação, que leva a concentração da urina (SMITH, 2006), demonstrado pelo aumento da densidade urinária e acompanhando os resultados da

concentração plasmática de proteínas que aumentaram ao longo do tempo.

Figura 38: Valores médios para proteína urinária em bovinos adultos desidratados experimentalmente.

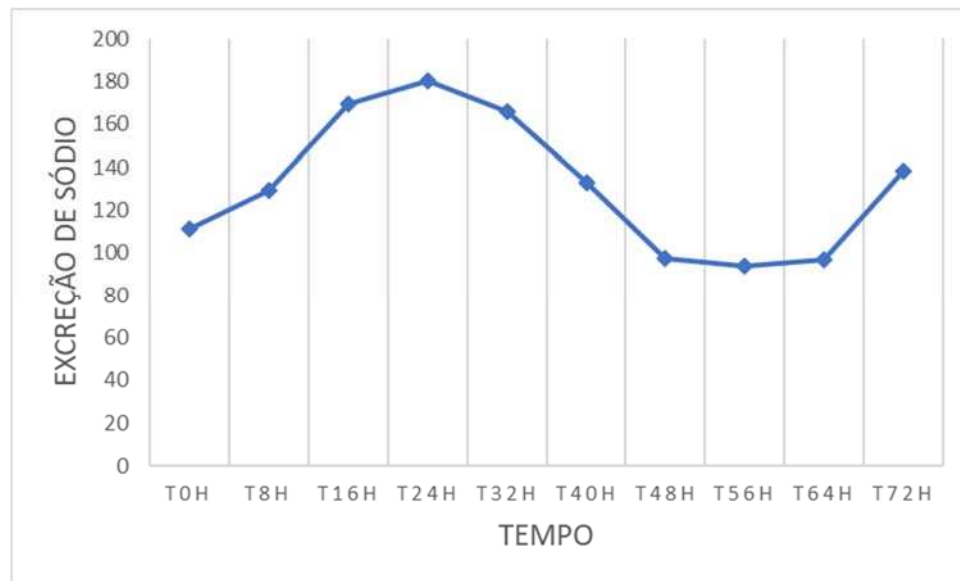


5.3.4.3. Excreção urinária de sódio

Houve aumento do Na^{++}Ur , que atingiu seu maior valor médio em T24h. Nos tempos T48h, T56h e T64h, houve redução, porém esta não foi estatisticamente significativa. Ao tempo T72h, novamente tem-se aumento do Na^{++}Ur . Pela análise de variância, foi possível afirmar que não houve diferença para essa variável ($p > 0,05$).

De acordo com Hall (2011) o aumento da osmolaridade do LEC representa, basicamente, aumento da concentração plasmática de sódio. Nesse caso, há estímulos nervosos conduzidos para a hipófise, que promovem a liberação de ADH e este, será transportado para os rins, com a capacidade de aumentar a permeabilidade dos túbulos e néfrons, promovendo reabsorção de água e excreção de sódio e demais solutos, em uma urina concentrada (HALL, 2011). No presente estudo, observou-se aumento da densidade urinária, assim como de Na^{++}Ur e da concentração sérica desse íon.

Figura 39: Valores médios para excreção urinária de sódio em bovinos adultos desidratados experimentalmente.



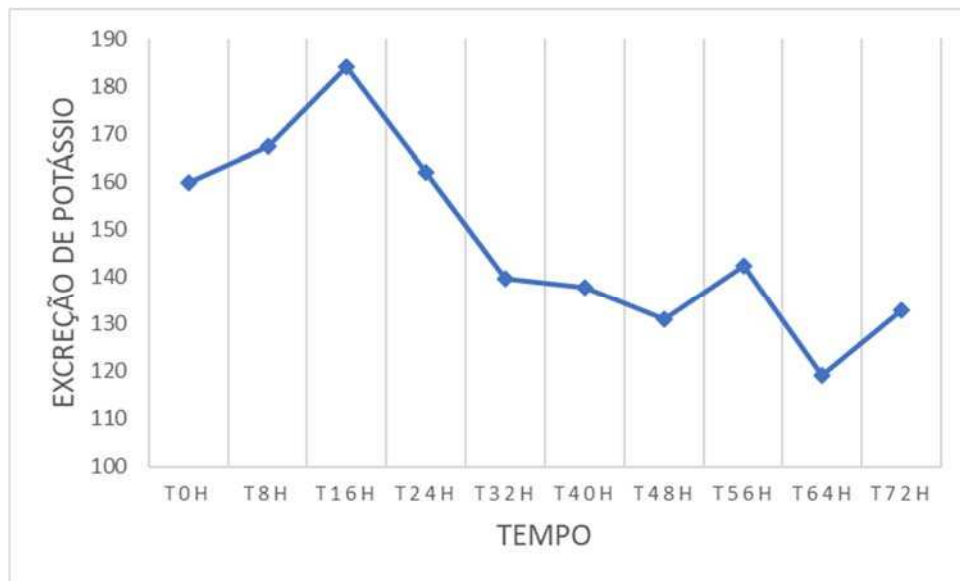
5.3.4.4. Excreção urinária de potássio

Para o K^+Ur , o efeito principal do tempo foi avaliado pelo teste de Kruskal-Wallis, que indicou não haver dependência dessa variável em relação ao tempo de desidratação ($p > 0,05$). Isso pode ser confirmado pela análise descritiva dos dados obtidos: a excreção de potássio (P) urinário aumenta até o tempo T16h, período no qual alcança seu maior valor médio. Posteriormente, há redução do K^+Ur , tendo seu menor valor médio em T64h e, ao final do período de jejum hídrico e alimentar, há novamente aumento dele.

O controle da manutenção de potássio no organismo também é realizado pelos rins, que ajustam sua excreção rapidamente em resposta às alterações na ingestão. Cerca de 98% do potássio do organismo é intracelular e, essa reserva, poderá servir como local para translocar o excesso de K^+ no líquido extracelular ou, ainda, poderá ser utilizada como fonte de P, quando este estiver reduzido (HALL, 2011).

Diante da redução da ingestão de K^+ , a taxa excreção urinária também diminui e, se a redução na ingestão for extrema, como nos períodos de jejum, ocorrerá a reabsorção de K^+ nos segmentos distais dos néfrons, o que também acarretará redução da excreção urinária de K^+ , podendo-se desenvolver hipocalemia grave (HALL, 2011).

Figura 40: Valores médios para excreção urinária de potássio em bovinos adultos desidratados experimentalmente.

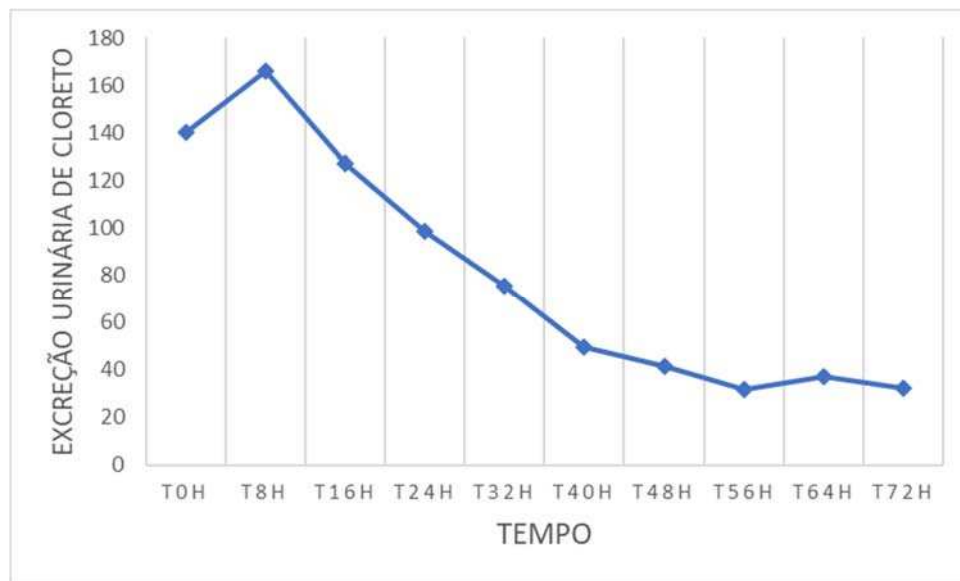


5.3.4.5. Excreção urinária de cloreto

A excreção de Cl^-_{Ur} foi submetida à análise de variância e está, demonstrou haver diferença entre essa variável e o tempo de desidratação ($p < 0,05$). Inicialmente, há aumento do Cl^-_{Ur} (T8h) em relação ao período basal (T0h). Posteriormente, há decréscimo progressivo e o Cl^-_{Ur} passa de $166,4 \text{ mEq L}^{-1}$ no tempo T0h para $32,2 \text{ mEq L}^{-1}$ no tempo T72h.

O cloreto é o ânion mais prevalente no filtrado glomerular (DIBARTOLA, 2012). A reabsorção de Cl^-_{Ur} está ligada à reabsorção de Na^+_{Ur} para que juntos, promovam a eletroneutralidade (DIBARTOLA, 2012; WALDROP, 2008; HALL, 2011). Dessa forma, à medida que os animais foram desidratando, foi reduzindo também a quantidade de urina, a menor excreção de Cl^-_{Ur} , se deveu a necessidade de se manter os níveis plasmáticos desse eletrólito e a manutenção do equilíbrio ácido base.

Figura 41: Valores médios para excreção urinária de cloreto em bovinos adultos desidratados experimentalmente.



5.3.4.6. Excreção urinária de cálcio

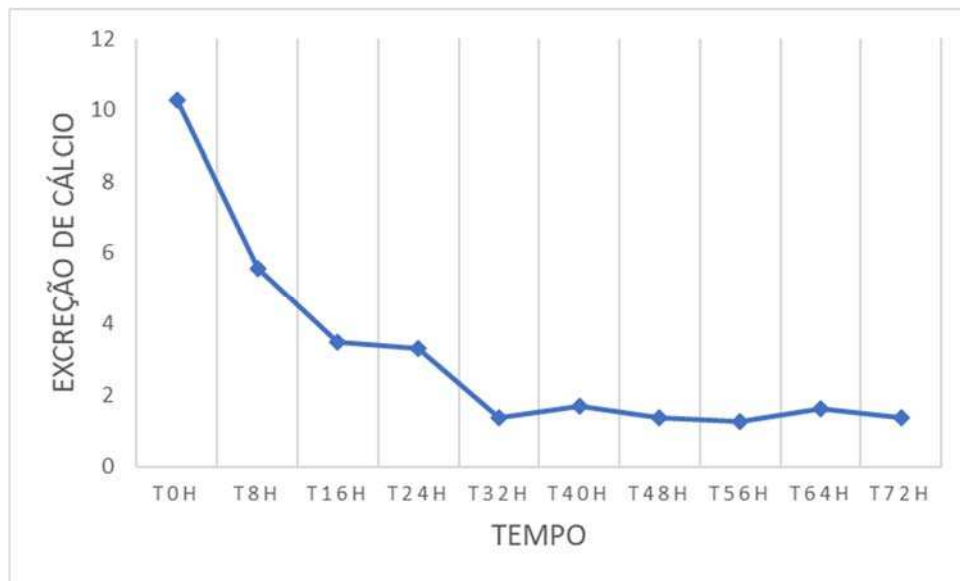
A excreção de Ca^{++}Ur apresentou decréscimo gradativo ao longo do experimento. Ao início do protocolo, o valor médio era de $10,29 \text{ mg dL}^{-1}$, enquanto ao final, o valor médio passou a ser $1,36 \text{ mg dL}^{-1}$. Estatisticamente, o efeito principal do tempo foi avaliado pelo teste de Kruskal-Wallis, que indicou haver dependência da excreção urinária de cálcio em relação ao tempo de desidratação ($p < 0,05$).

Assim como acontece com outros íons, a excreção de cálcio ajusta-se de acordo com as necessidades do organismo e, dessa forma, quando existe redução da ingestão de Ca^{++} , em razão da restrição alimentar, haverá também a redução da excreção deste pelos rins. Isso pode ser explicado pelo consequente aumento da reabsorção tubular compensatória, que visa manter a homeostase do organismo (HALL, 2011).

Sabe-se, ainda, que o aumento dos níveis de PTH e de fosfato, assim como a redução do volume extracelular e da pressão arterial, compatíveis com o protocolo de desidratação utilizado nesse estudo, também promovem aumento da reabsorção de cálcio pelo organismo, reduzindo por consequência, a sua excreção renal (HALL, 2011).

Apesar da redução da excreção urinária de cálcio ocorrer de forma tão expressiva, ocorreu decréscimo nos níveis plasmáticos desse eletrólito, visto que os animais já se apresentavam, antes do início do estudo, com o cálcio ionizado abaixo da faixa fisiológica para bovinos adultos.

Figura 42: Valores médios para excreção urinária de cálcio em bovinos adultos desidratados experimentalmente.



5.3.4.7. Excreção urinária de magnésio

Observa-se que houve decréscimo na excreção urinária de magnésio ao longo do tempo. Ao início do protocolo de desidratação, o valor médio para $Mg^{++}Ur$ era de $6,69 \text{ mg dL}^{-1}$ e, após 72 horas, esse valor chega a $2,84 \text{ mg dL}^{-1}$, alcançando sua menor média. Houve diferença estatística detectada pela ANOVA ($p < 0,05$) e pela diferença das letras no teste de Tukey.

Embora os mecanismos de excreção do $Mg^{++}Ur$ não estejam claramente evidenciados, é possível que o controle seja realizado por alterações na reabsorção tubular e que situações como: redução do volume extracelular e aumento da concentração de cálcio, possam resultar em redução da excreção urinária de Mg^{++} (HALL, 2011).

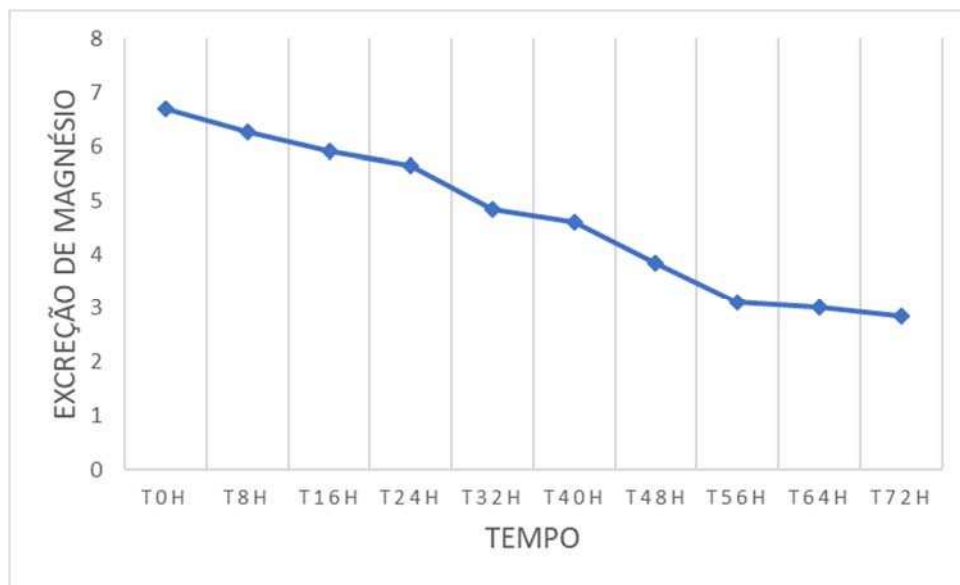
De acordo com Hall (2011), mais de 50% do magnésio do organismo está armazenado nos ossos e, normalmente, os rins excretam cerca de 10 a 15% deste íon no filtrado glomerular.

O controle da excreção renal de magnésio difere dos demais cátions, cerca de 95% do magnésio filtrado nos glomérulos é reabsorvido, principalmente no segmento espesso da alça de Henle, e o restante é excretado na urina (COSTANZO, 2018). Diante disso, a redução da concentração de magnésio urinário ao longo do tempo além de ser um processo fisiológico ocorreu para manutenção da concentração sanguínea deste eletrólito.

A diminuição nas concentrações séricas de Mg^{2+} ou Ca^{2+} elevam a produção de paratormônio, e este pode aumentar a reabsorção destes elementos na luz tubular renal com o objetivo de elevar a concentração sanguínea destes cátions (Hall, 2011). A reposição intestinal

de Mg^{2+} por via intestinal é essencial para manutenção deste eletrólito nas concentrações adequadas (MARTÍN-TERESO; MARTENS, 2014). No presente estudo os animais apresentavam, assim como o cálcio, valores de magnésio abaixo da faixa fisiológica para bovinos confirmando uma deficiência nutricional.

Figura 43: Valores médios para excreção urinária de magnésio em bovinos adultos desidratados experimentalmente.



5.3.4.8. Excreção urinária de fósforo

Também pela análise de variância, foi possível afirmar que há diferença entre a excreção urinária de fósforo e o tempo de desidratação ($p < 0,05$). Até o tempo T16h, houve redução no valor médio de P^{+Ur} . A partir de 24 horas de restrição hídrica e alimentar, observa-se aumento progressivo, chegando em seu maior valor médio ao final do experimento (T72h): $25,8 \text{ mEq L}^{-1}$.

A excreção renal de potássio é controlada pela quantidade de fosfato presente no filtrado glomerular: quando esta é baixa, todo o fosfato filtrado será reabsorvido; enquanto o excesso será excretado pela urina (HALL, 2011).

De acordo com Hall (2011), a regulação de fosfato estimula o PTH, aumentando a reabsorção de cálcio pelos túbulos renais, reduzindo, assim, a excreção de Ca^{++Ur} . O que explica os resultados encontrados nesse estudo: redução de Ca^{++Ur} e aumento de P^{+Ur} .

O aumento urinário na excreção de potássio possibilitou a manutenção dos valores séricos na faixa de referência para bovinos.

Figura 44: Valores médios para excreção urinária de fósforo em bovinos adultos desidratados experimentalmente.

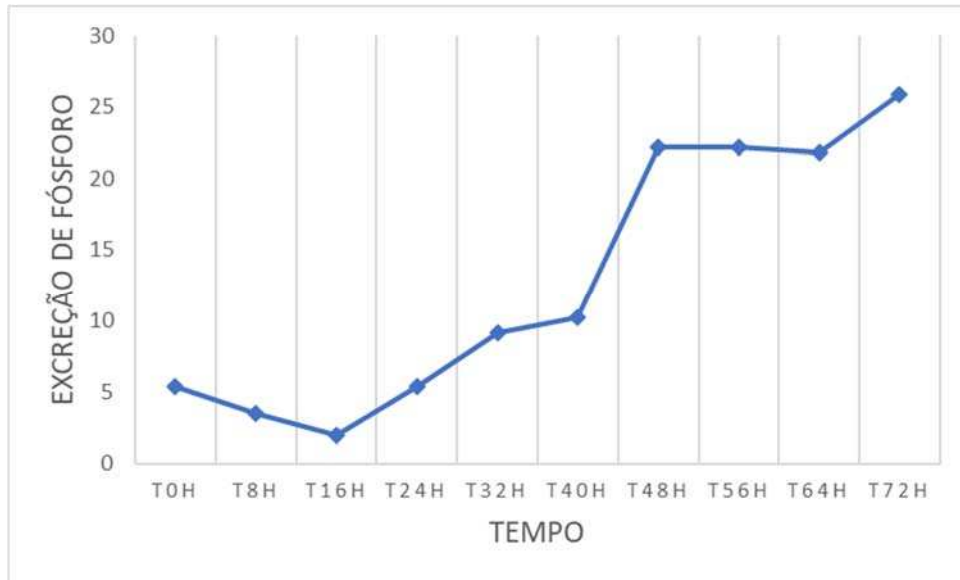


Tabela 16: Média \pm desvio padrão para bioquímica urinária e excreção de eletrólitos de bovinos adultos submetidos ao protocolo de desidratação, em um período de 72 horas com restrição hídrica e alimentar.

Variáveis	Pré-desidratação	Período trans-desidratação								
	0h	8h	16h	24h	32h	40h	48h	56h	64h	72h
Ure Ur	558 \pm 391d	778 \pm 382d	1276 \pm 489cd	1749 \pm 558bc	2184 \pm 606ab	2561 \pm 790ab	2727 \pm 799a	2692 \pm 528a	2907 \pm 586a	2942 \pm 447a
Creat Ur	102,3 \pm 46	91,1 \pm 40,2	106,8 \pm 39,4	110,8 \pm 40,4	119,6 \pm 31,4	130 \pm 28,62	134,2 \pm 28,3	144,8 \pm 9,11	134 \pm 21,56	140,44 \pm 9,74
PT Ur	11,58 \pm 5,73b	13,47 \pm 4,48ab	16,86 \pm 5,99ab	16,9 \pm 4,15ab	15,32 \pm 4,56ab	18,58 \pm 5,64ab	19,94 \pm 7,58ab	18,18 \pm 6,39ab	20,27 \pm 6,24a	19,43 \pm 3,53ab
Na ⁺ Ur	111,4 \pm 80,8	129,4 \pm 85,6	169,1 \pm 112,3	180,4 \pm 119,2	166 \pm 148,7	132,8 \pm 152,9	97,5 \pm 165,8	93,5 \pm 125,4	96,8 \pm 152,1	138,3 \pm 139,6
K ⁺ Ur	160 \pm 84,5	167,4 \pm 84,2	184,1 \pm 81,7	162 \pm 55,6	139,6 \pm 33,3	137,6 \pm 39,2	130,9 \pm 70,9	142,4 \pm 40	119 \pm 47,2	133 \pm 53,8
Cl ⁻ Ur	140,4 \pm 74,5	166,4 \pm 69,4	127,5 \pm 64,3	98,7 \pm 46,5	75,4 \pm 60,8	49,8 \pm 62,7	41,3 \pm 66	31,9 \pm 58,9	37,2 \pm 70,1	32,2 \pm 56,9
Ca ⁺⁺ Ur	10,29 \pm 7,18	5,56 \pm 6,34	3,48 \pm 5,7	3,28 \pm 5,48	1,34 \pm 0,49	1,68 \pm 0,88	1,36 \pm 0,92	1,25 \pm 0,57	1,62 \pm 0,93	1,36 \pm 0,78
Mg ⁺⁺ Ur	6,69 \pm 0,89a	6,28 \pm 0,77ab	5,91 \pm 1,04ab	5,66 \pm 0,92abc	4,84 \pm 0,70bcd	4,61 \pm 1,41bcd	3,84 \pm 1,61cde	3,11 \pm 1,49de	3,0 \pm 1,48de	2,84 \pm 1,49e
P ⁺ Ur	5,39 \pm 6,9c	3,51 \pm 7,3c	1,97 \pm 1,19c	5,33 \pm 6,16c	9,12 \pm 8,0bc	10,24 \pm 10,0bc	22,22 \pm 12,49ab	22,20 \pm 13,61ab	21,8 \pm 13,85ab	25,84 \pm 11,21a

Ureia urinária – Ure Ur (mMol L⁻¹); Creatinina urinária- Creat Ur (mMol L⁻¹); Proteína urinária – PT Ur (g dL⁻¹); Sódio urinário – Na⁺Ur (mMol L⁻¹), Potássio urinário – K⁺Ur (mMol L⁻¹); Cloreto urinário – Cl⁻Ur (mMol L⁻¹), Cálcio urinário – Ca⁺⁺Ur (mMol L⁻¹), Magnésio urinário – Mg⁺⁺Ur (mMol L⁻¹) e Fósforo urinário - P⁺Ur (mMol L⁻¹). *Médias que não compartilham uma letra são significativamente diferentes, pelo teste de Tukey.

Tabela 17: Média \pm desvio padrão para teor de umidade das fezes de bovinos adultos submetidos ao protocolo de desidratação, em um período de 72 horas com restrição hídrica e alimentar.

Variável	Pré-desidratação	Período trans-desidratação								
	0h	8h	16h	24h	32h	40h	48h	56h	64h	72h
UM fezes (%)	82,66 \pm 5,31ab	84,13 \pm 2,03a	79,52 \pm 5,30abc	78,33 \pm 5,82abc	76,07 \pm 7,68bc	74,82 \pm 5,12bcd	76,43 \pm 4,47abc	74,19 \pm 5,35cd	74,75 \pm 6,12bcd	67,68 \pm 6,3d

Teor de umidade das fezes – UM fezes (%) *Médias que não compartilham uma letra são significativamente diferentes, pelo teste de Tukey.

5.4. Parâmetros Fecais

5.4.1. Aspecto e umidade das fezes

Foi encontrada diferença estatística entre a umidade presente nas fezes e o tempo de desidratação dos animais ($p < 0,05$). A porcentagem ideal para umidade das fezes de bovinos adultos está em torno de 80 a 90% e sofre variações de acordo com o tipo de alimentação fornecida (DIRKSEN; GRÜNDER; STÖBER, 1993). Nota-se que a partir de T16h (Tabela 17; Figura 47), o teor de umidade das fezes já está abaixo do recomendado e este segue diminuindo, até o final do protocolo de desidratação, similar ao que foi encontrado por Avanza (2007); Silveira (2012); Alves (2018); Monteiro (2019).

Os resultados obtidos na avaliação do aspecto das fezes estão dispostos na Tabela 24 e o teste qui-quadrado de Pearson indica que há associação entre as características das fezes e o tempo de desidratação ($p < 0,05$).

Ao início do experimento (T0h), todos os animais apresentavam fezes com características normais para a espécie (Tabela 18); após 24 horas de desidratação, houve ressecamento das fezes em 50% dos animais e, a partir do tempo T40h, 100% dos animais apresentavam fezes totalmente ressecadas, com formação de bolas de fezes compactadas, com superfície escura e recobertas por muco (DIRKSEN; GRÜNDER; STÖBER, 1993). Essa característica foi mantida até o final do protocolo de desidratação (T72h). Em resumo, o aspecto das fezes passou de normal para a espécie ao início do protocolo (T0h) para fezes ressecadas em 100% dos animais, ao final do período de desidratação (T72h).

O teor de umidade e aspecto das fezes são afetados devido à grande reserva hídrica presente no intestino dos ruminantes, que inicialmente é preservada na redução da produção fecal e, na presença de desidratações, passa a ser absorvida pelo organismo, visando manter o volume de água circulante e a homeostase (RADOSTITIS *et al.*, 2006; GONZÁLEZ; SILVA, 2006; MANCHA, 2009) havendo, portanto, ressecamento do conteúdo presente no rúmen e no intestino grosso, gerando fezes ressecadas e escassas (DORAN, 1993; RADOSTITS *et al.*, 2010), o que também foi observado nesse estudo.

Figura 45: Valores médios para umidade das fezes de bovinos adultos desidratados experimentalmente.

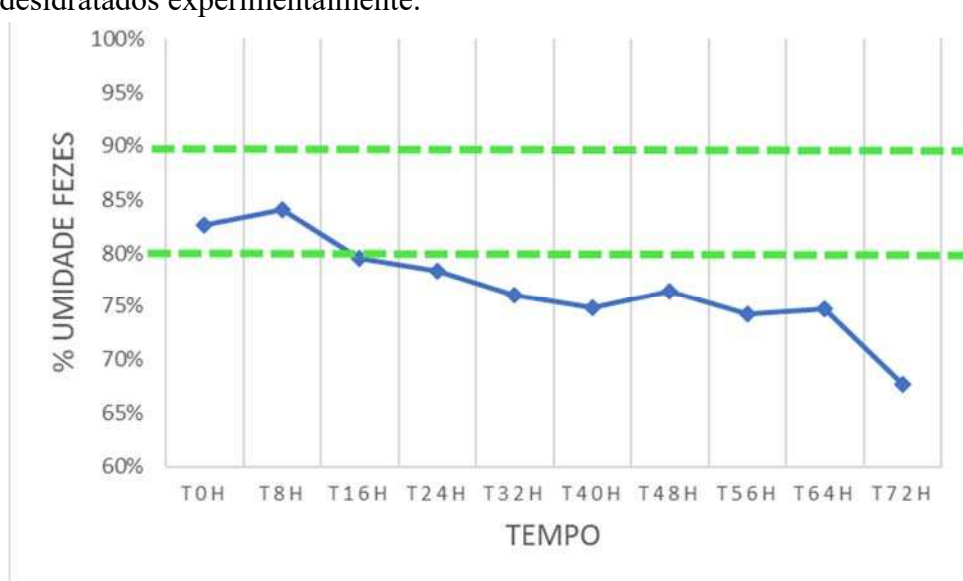
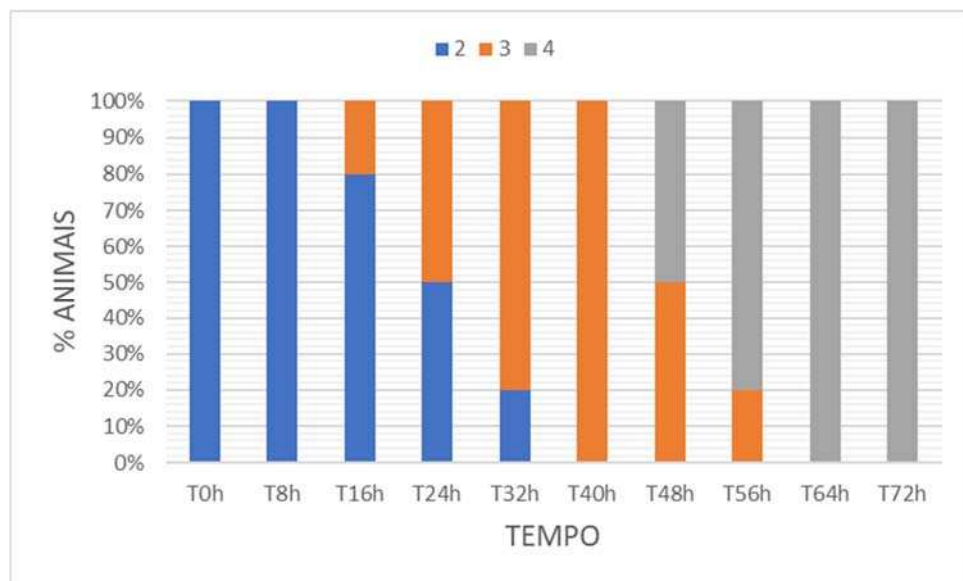


Figura 46: Associação entre o aspecto das fezes e tempo de desidratação em bovinos adultos desidratados experimentalmente.



Legenda: 2: normais para a espécie; 3: pouco ressecadas; 4: totalmente ressecadas.

Tabela 18: Avaliação da associação do escore de aspecto das fezes x tempo de bovinos adultos submetidos ao protocolo de desidratação, em um período de 72 horas com restrição hídrica e alimentar.

Aspecto das fezes	Pré-desidratação		Período trans-desidratação								
	0h	8h	16h	24h	32h	40h	48h	56h	64h	72h	Todos
2	10 (100%)	10 (100%)	8 (80%)	5 (50%)	2 (20%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	35 (35%)
3	0 (0%)	0 (0%)	2 (20%)	5 (50%)	8 (80%)	10 (100%)	5 (50%)	2 (20%)	0 (0%)	0 (0%)	32 (32%)
4	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	5 (50%)	8 (80%)	10 (100%)	10 (100%)	33 (33%)
Todos	10 (10%)	10 (10%)	10 (10%)	10 (10%)	10 (10%)	10 (10%)	10 (10%)	10 (10%)	10 (10%)	10 (10%)	100 (100%)

Teste Qui-quadrado. Conteúdo da célula: Contagem (% da coluna). Escore de aspecto das fezes: 2 = Normais; 3 = Ressecadas; 4 = Totalmente Ressecadas



Fotos: SANTOS; AVANZA / DVT – UFV, 2022.

Figura 47: Escore de aspecto das fezes: (a) normais para a espécie; (b) ressecadas; (c) totalmente ressecadas.

5.5. Critérios utilizados na determinação do grau de desidratação em bovinos adultos

Tabela 19: Critérios determinados para avaliação do grau de desidratação em bovinos adultos nesse estudo.

Grau de desidratação	Estado mental	Enoftalmia	Umidade das mucosas	Umidade do muflo	Coloração da urina	Densidade Urinária	Aspecto das fezes	Turgor cutâneo (segundos)	TEC (Segundos)	Proteínas totais
< 5%	Alerta	Ausente	Úmidas	Úmido	Amarelo claro	1025 - 1030	Normais	≤ 2	<2	6,5-7,5
5 – 7% Desidratação Discreta	Alerta	3-5mm	Pegajosas	Úmido a pouco ressecado	Amarelo claro a ouro	1030 - 1040	Normais a Ressecadas	3 a 5	≤2	6,5-7,5
8 – 10% Desidratação Moderada	Apático	5-8mm	Pegajosas a ressecadas	Totalmente e ressecado	Amarelo ouro a escuro	1040 - 1045	Ressecadas	6 a 7	≥3	7,5-8,0
10-12% Desidratação Intensa	Deprimido	>8mm	Ressecadas	Totalmente e ressecado	Amarelo escuro a acastanhado	>1045	Totalmente ressecadas com muco	7 a 10	>3	>8,0

*Aferição de proteína total (g dL⁻¹); observação da mucosa gengival e vaginal; aferição do grau de enoftalmia com fita para teste de Schirmer StypsVet ®; turgor cutâneo aferido em tábua do pescoço e paleta.

6. CONCLUSÕES

O protocolo de desidratação utilizado nesse estudo foi capaz de induzir desidratação intensa e atingiu seus objetivos principais de caracterizar os parâmetros clínicos e laboratoriais dos diferentes graus de desidratação em bovinos adultos. Os indicadores mais confiáveis para tal foram: enoftalmia, umidade do muflo, avaliação da umidade e coloração das mucosas, tempo de enchimento capilar (TEC), turgor cutâneo, concentração de ureia (UN), densidade urinária, teor de umidade das fezes e proteína plasmática total.

A mensuração seriada dos parâmetros clínicos e laboratoriais dispostos nesse trabalho, permitem o acompanhamento da evolução do processo de desidratação e, conseqüentemente, a instituição de tratamentos mais específicos, que tenham maiores taxas de sucesso na reidratação dos pacientes. Sugere-se que esse trabalho seja ponto de partida para diversos outros estudos acerca da hidratação em bovinos.

O presente trabalho possibilita a atualização dos parâmetros indicadores de desidratação em bovinos adultos mestiços de raças leiteiras.

7. REFERÊNCIAS

AIRES, M. M. **Fisiologia**, 2ªed., Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 1999.

ALVES, G. E. S.; BOTTEON, P. T. L.; RIBEIRO FILHO, J. D.; OLIVEIRA, H. P. Fluidoterapia em equinos. **Revista Brasileira de Medicina Equina**, v. 18, p. 14-24, 2008.

ALVES, S.R.; AVANZA, M.F.B.; SILVA, M.O.; ERMITA, P.A.N.; GOMES, L.L.; MONTEIRO, L.C.; SANTOS, P.V.M.; COSTA, C.M.; FERREIRA, G.M.M.; MATTOS, F.S.; RIBEIRO FILHO, J.D. Two enteral solutions with different chloride concentrations administered by naso-ruminal route for fluid therapy in adult cattle. **Ciência Rural**, v.49, n.8, p.1-1,2019.

ANDREWS, J. M.; GRINDEM, C. B. Interpreting electrolyte, anion gap, and total carbon dioxide data. **Veterinary Medicine**, v. 8, p. 548-553, 2000.

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

AVANZA, M. F. B.; RIBEIRO FILHO, J. D.; LOPES, M. A. IGNÁCIO, F. S.; CARVALHO, T. A.; GUIMARÃES, J. D. Hidratação enteral em equinos – solução eletrolítica associada ou não a glicose, à maltodextrina e ao sulfato de magnésio: resultados de laboratório. **Ciência Rural**, v. 39, n. 4, p.1126-1133, 2009. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/240766714_Hidratacao_enteral_em_equinos_solucacao_eletrolitica_associada_ou_nao_a_glicose_a_maltodextrina_e_ao_sulfato_de_magnesio_resultados_de_laboratorio/link/004635348a42bb82a4000000/download>. Acessado em: 10 de dezembro de 2021.

AVANZA, M. F. B.; LOPES, M. A. F.; SOUZA, M. V.; SILVA, A. G. A.; FERREIRA, J. C.; ARISTIZABAL MENA, F. A.; AYUPE, T. H.; CARVALHO, T. A.; RIBEIRO FILHO, J. D. Fluidoterapia em vacas normais e experimentalmente desidratadas. *In*: XXXI CONBRAVET, 2004. São Luís, MA. **Anais...** São Luís: Universitária, 2004.

AVANZA, M. F. B. **Solução eletrolítica associada ou não a glicose, maltodextrina e sulfato de magnésio administrada por via enteral em equinos hígidos e desidratados experimentalmente**. 2007. 100f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) –

Departamento de Veterinária, Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, p.76, 2007.

BAUMAN, D.E.; CURRIE, B. Partitioning of nutrients during pregnancy and lactation: a review of mechanisms involving homeostasis e homeorhesis. **Journal of Animal Science**, v.45, n.1. p.125-132, 1978.

BRAUN, J.-P.; LEFEBVRE, H. P. Kidney Function and Damage. In: KANEKO, J. J.; HARVEY, J. W.; BRUSS, M. L. (Eds.). . **Clinical Biochemistry of Domestic Animals**. 6ª ed. Ames: Elsevier, p. 485–528, 2008.

BELLI, C. B. **Avaliação de solução concentrada de albumina equina na fluidoterapia em equinos com desidratação leve a moderada**. 2005. 108f. Tese (Doutorado em Medicina Veterinária) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

BENTON, D.; YOUNG, H.; JENKINS, K. The development of the predisposition to dehydration questionnaire. **Appetite**, v. 87, p. 76-80, 2015. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0195666314005510>. Acessado em: 10 de dezembro de 2021.

BERNE, R. M.; LEVY, M. N.; KOEPPEN, B. M.; STANTON, B. A. **Fisiologia**, 5ªed. São Paulo: Elsevier, p. 1082, 2004.

BITE, U.; JACKSON, I. T.; FORBES, G. S.; GEHRING, D. G. Orbital volume measurements in enophthalmos using three-dimensional CT imaging. **Plastical Reconstruction Surgery**. v. 75, n. 4, p. 502-508, 1985.

BOFFI, F. M. **Fisiologia del Ejercicio em Equinos**. 1ªed., Buenos Aires: Inter-Médica, p. 320, 2006.

BONNET, J. M.; CADORÉ, J. L. Thérapeutique liquidienne chez le cheval. **Point Veterinaire**, v. 26, n. 163, p. 675-686, 1994.

BROWNLOW, M. A.; HUTCHINS, D. R. The concept of osmolality: Its use in the evaluation of “dehydration” in the horse. **Equine Veterinary Journal**, v. 14, p.106-110, 1982.

BOYD, J. W. The Relationships between Blood Haemoglobin Concentration, Packed Cell Volume and Plasma Protein Concentration in Dehydration. **British Veterinary Journal**, v.

137, n. 2, p. 166–172, 1981.

CARLSON, G.P. Fluid electrolyte and acid-base balance. In: KANEKO, J. **Clinical biochemistry of domestic animals**. 5.ed. London: Academic, p. 485-515, 1997.

CARLSON, G.; BRUSS, M. Fluid, electrolyte, and acid-base balance. In: KANEKO, J. J.; HARVEY, J. W.; BRUSS, M. L. (eds.) **Clinical Biochemistry of Domestic Animals**. 6^aed. Elsevier Inc., p. 529-560, 2008.

CASTRO, T. F. **Hemogasometria e equilíbrio eletrolítico pré-operatório em Mangalarga Marchador acometido de síndrome cólica**. 2013. 67f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Medicina Veterinária, Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, Porto Alegre - RS, 2013.

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

CONSTABLE, P. D. Hyperchloremic acidosis: the classic example of strong ion acidosis. **Anesthesia & Analgesia**, v. 96, n. 4, p. 919-922, 2003b.

CONSTABLE, P.; GRÜNBERG, W.; STAUFENBIEL, R.; STÄMPFLI, H. R. Clinicopathologic variables associated with hypokalemia in lactating dairy cows with abomasal displacement or volvulus. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 242, n. 6, p. 826-835, 2013.

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

CONSTABLE, P.D.; WALKER, P.G.; MORIN, D.E.; FOREMAN, J.H. Clinical and laboratory assessment of hydration status of neonatal calves with diarrhea. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v.7, n.212, p.991-6, 1998.

CORRÊA, M. N.; GONZÁLEZ, F. H. D.; SILVA, S. C. **Transtornos metabólicos nos animais domésticos**. Editora Universitária PREC/UFPEL, 2010. 522p.

DEARO, A. C. O. Fluidoterapia em grandes animais. Parte I: água corpórea, indicações e tipos de fluidos. **Revista de Educação Continuada em Medicina Veterinária e Zootecnia do**

CRMV-SP, v. 4, n. 2, p. 3-8, 2001.

DIBARTOLA, S. P. Interpretation of metabolic acid base disturbances using the routine serum biochemical profile. **Journal of Feline Medicine and Surgery**, Tisbury, v. 3, p. 189-191, 2001.

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

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

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

ETTINGER, S. J.; FELDMAN, E. C. **Tratado de Medicina Interna Veterinária**. 4^aed. Manole, v.1, n. 60, p. 420, 1997.

FAN, L. C. R.; LOPES, S. T. A.; COSTA, P. R. S.; KRAUSE, A.; DUTRA, V.; CARVALHO, C. B. Ânion gap no sangue venoso de eqüinos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 24, p. 101-104, 1994.

FECHINE, B. R. A.; TROMPIERI, N. O. Processo de envelhecimento: as principais alterações que acontecem com o idoso com o passar dos anos. **International Scientific Journal**, v.1, n.7, p. 106-132, 2012.

FEITOSA, F. L. F. **Semiologia veterinária: a arte do diagnóstico**. 3^aed., São Paulo: Roca, 2014.

FIELDING, C. L. Practical fluid therapy and treatment modalities for field conditions for horses and foals with gastrointestinal problems. **Veterinary Clinics: Equine Practice**, v.34, n.1, p.155-168, 2018.

FIELDING, C. L. Potassium homeostasis and derangements. In: FIELDING, C. L.; MAGDESIAN, K. G. (Eds.), **Equine Fluid Therapy**. 1. ed. Ames: Wiley Blackwell, p. 34-52, 2015.

GARCIA-NAVARRO, C. E. K. **Manual de Urinálise Veterinária**. São Paulo: Livraria Varela, p. 96, 1996.

GILLESPIE, J. R.; KAUFFMAN, A.; STEERE, J.; WHITE, L. Arterial blood gases and pH during long distance running in the horse. *In: I INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON EQUINE HEMATOLOGY*, 1975, Lansing. **Proceedings...** Lansing: United States Copyright, p. 450, 1975.

GLASHAN, R.Q.; BARROS, A.L.B.L.; MICHEL, J.L.M.; FERREIRA, N.M.L.A. Equilíbrio ácido-base: defesa do sangue - constantes biológicas e visão geral do enfermeiro frente a este distúrbio. **Acta Paulista de Enfermagem**. São Paulo, v.4, n.1, p. 57-61, 1991.

GONZÁLEZ, F. H. D.; SILVA, S. C. **Introdução à bioquímica clínica veterinária**. 2ªed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2006.

GONZÁLEZ, F.H.D.; SILVA, S.C. **Introdução à bioquímica veterinária**. 3.ed. Rev. e Ampl. Porto Alegre, Brasil, Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, p.538, 2017.

GROSS, D. R. Drogas que atuam no equilíbrio líquido e eletrolítico. *In: BOOTH, N. H.; MCDONALD, L. E. Farmacologia e terapêutica em veterinária*. 6ªed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p. 427-438, 1992.

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

HARMEYER, J.; MARTENS, H. Aspects of urea metabolism in ruminants with reference to the goat. **Journal of Dairy Science**, v.63, p.1707-1728, 1980. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030280831328>. Acessado em: 5 de fevereiro de 2022.

HINCHCLIFF, K. W.; MCKEEVER, K. H.; MUIR, W. W. Furosemide-induced changes in plasma and blood volume of horses. **Journal of Veterinary Pharmacology and Therapeutics**, v. 14, n. 4, p. 411–417, 1991.

HINTON, M. The biochemical and clinical of exhaustion in the horse. **Annual Report / Centre for Tropical Veterinary Medicine**, Edinburgh, v. 18, p.169-172, 1978.

HOOPER, L.; BUNN, D.; JIMOH, F. O.; FAIRWEATHER-TAIT, S. J. Water-loss dehydration

and aging. **Mech Ageing Dev.**, v.50, n.58, p.136-137, 2014.

HOOPER, L.; ABDELHAMID, A.; ATTREED, N.J.; *et al.* Clinical symptoms, signs and tests for identification of impending and current water-loss dehydration in older people. **Cochrane Database Systematic Reviews**. 2015 Apr v.30, n. 4, 2015.

HOUPT, T. R. Equilíbrio Ácido-básico. *In*: REECE, W. O. **Dukes Fisiologia dos Animais Domésticos**. Guanabara Koogan: Rio de Janeiro, cap. 9, p. 147-160, 2006.

HURLEY, W. L. **Lactation biology: General references**. Department of Animal Science, University of Illinois, Urbana, 2002.

JÉQUIER, E.; CONSTANT, F. Water as an essential nutrient: the physiological basis of hydration. **European Journal Clinical Nutr.**, v. 64, n. 2, p. 115-123, 2010. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/ejcn2009111>. Acessado em: 12 de dezembro de 2021.

JOHNSON, P. J. Electrolyte and acid-base disturbance in the horse. **Veterinary Clinics of North America: Equine Practice**, v. 11, p. 491-512, dez., 1995. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8925422/>. Acessado em: 12 de dezembro de 2021.

JOSE-CUNILLERAS, E. Abnormalities of body fluids and electrolyte in athletic horses. *In*: HINCHCLIFF, K. W., KANEPS, A. J., GEOR, R. J. **Equine sports medicine and surgery**, 1ªed., Saunders Company, Philadelphia, p. 898-917, 2004.

KAFRI, M.W.; MYINT, P.K.; DOHERTY, D.; WILSON, A. H.; POTTER, J.F.; HOOPER, L. The diagnostic accuracy of multi-frequency bioelectrical impedance analysis in diagnosing dehydration after stroke. **Medical Science Monitor**, v.19, p.548-570, 2013. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23839255/>. Acessado em: 10 de dezembro de 2021.

KANEKO, J.; HARVEY, J.; BRUSS, J. W.; MICHAEL, L. **Clinical Biochemistry of Domestic Animals**. 6ªed. EUA: Elsevier, p. 928, 2008.

KASARI, T.R. Metabolic acidosis in calves. **Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice**, v.15, n.3, p.473-482, 1999.

KELLS, N.J.; BEAUSOLEIL, N.J.; JOHNSON, C.B.; CHAMBERS, J.P.; CONNOR, C.O.; WEBSTER, J.; LAVEN, R.; COGGER, N. Indicators of dehydration in healthy 4- to 5-day-old dairy calves deprived of feed and water for 24 hours. **Journal Dairy Science**, v. 103, n.12,

2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3168/jds.2020-18743>. Acessado em: 03 de fevereiro de 2022.

KIM, D.; LEE, Y. S. Water and Electrolyte Balance in the Elderly. *In: Textbook of Geriatric Medicine International*. Argos, v. 1, p. 309-318, 2010. Disponível em: https://books.google.de/books?id=BE4hFHFC0PUC&printsec=frontcover&source=gbs_ge_summy_r&hl=en#v=onepage&q&f=true. Acessado em: 5 de outubro de 2021.

KLEIN, B.G.; **Tratado de Fisiologia Veterinária**, 5ª edição, Rio de Janeiro: Editora Elsevier Guanabara Koogan S.A., p. 710, 2014.

KOZLOSKI, G.V. **Bioquímica dos ruminantes**. 3ª edição, Fundação de Apoio à Tecnologia e Ciência-Editora, UFMS, p.212, 2011.

LEAL, M. L. R.; CYRILLO, F. C.; MORI, C. S.; MICHIMA, L. E. S.; NICHI, M.; ORTOLANI, E. L.; BENESI, F. J. Modelo de indução de diarreia osmótica em bezerros holandeses, **Ciência Rural**, v. 38, n. 6, 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/4tCGKSprprt3vCW8S5tf6Bm/?format=html&lang=pt>. Acessado em: 5 de outubro de 2021.

LIMA, A.P.; RIBEIRO FILHO, J.D.; ERMITA, P.A.N.; BAPTISTA FILHO, L.C.F.; AVANZA, M.F.B.; VIANA, R.B.; SANTOS, P.V.M.; SILVA, M.O.; MONTEIRO, L.C.; DANTAS, W.M.F. Maintenance enteral electrolyte solutions for neonatal calves: sodium acetate and osmolarity effects. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.72, n.1, p.18-24, 2020.

LISBÔA, J. A. N. Fluidoterapia em ruminantes: uma abordagem prática. *In: VI Congresso Paulista de Medicina Veterinária*, 2004, Santos, **Anais...** Santos, v.1, p.11-15, 2004.

LISBÔA, J. A. N.; BENESI, F. J.; LEAL, M. L. D. R.; TEIXEIRA, C. M. C. Efeito da idade sobre o equilíbrio ácido-básico de bezerras sadias no primeiro mês de vida. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v.39, n.3, p.136-142, 2002. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bjvras/a/GyM9vD8FgFVFrVqZ7nvPXqJ/abstract/?lang=pt>. Acessado em: 20 de novembro de 2021.

LOPES, S.; BIONDO, A.; CUNHA, C.; FAN, L. **Patologia Clínica Veterinária**. Santa Maria., cap. 9, p. 135-142, 1996.

MANCHA, D. A. I. **Fluidoterapia entérica versus fluidoterapia endovenosa em casos de síndrome de abdomen agudo em equinos**. 2009. 146f. Dissertação (Mestrado Integrado em Medicina Veterinária) – Universidade Técnica de Lisboa, Faculdade de Medicina Veterinária, Lisboa, 2009.

MANNING, A. M. Electrolyte disorders. **Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice**, v. 31, n. 6, p. 1289-1321, 2001.

MARCHI, D.F.; SANTILLI, J.C.; SOARES, SANTOS, G. R.; OBA, A.; SHIMOKOMAKI, M.; IDA, E. I. Atividades de creatina quinase e lactato desidrogenase na identificação de frangos com estresse e filés PSE (pale, soft, exudative). **Semina: Ciências Agrárias**., Londrina, v.33, n.2, p. 3103-3110, 2012.

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

MONTEIRO, L. C. **Soluções eletrolíticas enterais de manutenção com diferentes osmolaridades administradas em fluxo contínuo em potros**. 2019. 101f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) - Departamento de Veterinária, Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 2019.

MONTEIRO, L.C.; VIANA, R.B.; TEIXEIRA, R.B.C.; AVANZA, M.F.B.; ERMITA, P.A.N.; COSTA, C.M.; ALVES, S.A.; SANTOS, P.V.M.; BALBINO, D.A.B.; SANTOS, J.P.A.; MORAIS, L.F.; FERREIRA, G.M.M.; COSTA, L.M.L.; MATTOS, F.S.; RIBEIRO FILHO, J.D. Effects of Hypotonic and Isotonic Enteral Electrolyte Solutions Administred in Continuous Flow in Weaned Foals. **Frontiers of Veterinary Science**, v.7, p.1-10, 2020.

MONTIANI-FERREIRA, F.; PACHALY, J. **Manual de fluidoterapia em pequenos animais**. Guará, p. 79, 2000.

MUIR, W. W.; de MORAIS, H. S. A. Acid-base balance: traditional and modified approaches. *In: Lumb & Jones' Veterinary anesthesia*. 3^aed, Baltimore: Williams & Williams, p. 558-571, 1996.

NAPPERT, G.; JOHNSON, P. Determination of the acid-base status in 50 horses admitted with colic between December 1998 and May 1999. **Canadian Veterinary Journal**, v. 42, p. 703-

707, 2001. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1476611/>. Acessado em: 17 de janeiro de 2022.

NELSON, R. W; COUTO, C. G. **Medicina Interna de Pequenos Animais**, 5ªed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014. 4442p.

OETZEL, G. R.; OLSON, J. D.; CURTIS, C. R.; Ammonium chloride and ammonium sulfate for prevention of parturient paresis in dairy cows. **J. Dairy Sci.**, v. 71, n. 7, p. 3302- 3309, 1988. Disponível em: <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S002203028879935X?token=5CB7FCE394FF0FCBBCDBE6D2AAD224FE0FC70AD2DCE5C4235D9C720C9E075CA6A5D49AD489641EB207E249B87E3D1E7F&originRegion=useast1&originCreation=20220209202919>. Acessado em: 3 de novembro de 2021.

OLIVER-ESPINOSA, O. Diagnostics and Treatments in Chronic Diarrhea and Weight Loss in Horses. **Veterinary Clinics: Equine Practice**, v.34, n.1, p.69-80, 2018.

ORTOLANI, E. L. Diagnóstico de doenças nutricionais e metabólicas por meio de exame de urina em ruminantes. *In*: GONZÁLEZ, F. H. D.; CAMPOS, R. (eds.): **Anais do I Simpósio de Patologia Clínica Veterinária da Região Sul do Brasil**. Porto Alegre: Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. p.91-102, 2003a.

ORTOLANI, E. L. Diagnóstico e tratamento de alterações ácido-básicas em ruminantes. *In*: GONZÁLEZ, F. H. D.; CAMPOS, R. (eds.): **Anais do I Simpósio de Patologia Clínica Veterinária da Região Sul do Brasil**. Porto Alegre: Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, p.17-29, 2003b.

POWERS, S. K.; HOWLEY, E. T. Teoria e aplicação ao condicionamento e ao desempenho. *In*: **Fisiologia do Exercício**. 3ªed. São Paulo: Editora Manole, p. 527, 2000.

PRITCHARD, J. C., BURN, C. C., BARR, A. R. S., WHAY, H. R. Validity of indicators of dehydration in working horses: A longitudinal study of changes in skin tent duration, mucous membrane dryness and drinking behaviour. **Equine Veterinary Journal**, v. 40, n. 6, p. 558-564, 2008.

RADOSTITS, O. M.; GAY, C. C.; HINCHCLIFF, K. W.; CONSTABLE, P. D. **Clínica Veterinária: um tratado de doenças dos bovinos, ovinos, suínos, caprinos e equinos**. 9ªed.,

Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p. 2065, 2010.

REECE, W. O. Dukes. Fisiologia dos animais domésticos. 13ªed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2017.

REED, S. M.; BAYLY, W. M. **Medicina Interna Equina**. 1ªed. Philadelphia: Guanabara Koogan, 2000.

REYNOLDS, C.K. Glucose Balance in Cattle. Florida **Ruminant Nutrition Symposium**, 2005.

RIBEIRO FILHO, J. D. **Tratamento da compactação experimental do cólon maior de equinos com sene, fluidoterapia enteral e parenteral**. 2003. Tese (Doutorado em Ciência Animal). Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de veterinária, Belo Horizonte, Minas Gerais, p. 130, 2003.

RIBEIRO FILHO, J. D.; ABREU, J. M. G.; ALVES, G. E. S.; DANTAS, W. M. F. Hemogasometria em equinos com compactação experimental do cólon maior tratados com sene, fluidoterapia enteral e parenteral. **Ciência Rural**, v. 37, n. 3, p. 755-761, 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/8QBwPRMHPkGNVjrvZ4mGNpj/?format=pdf&lang=pt> Acessado em: 3 de novembro de 2021.

RIBEIRO FILHO, J. D.; ALVES, G. E. S.; DANTAS, W. M. F. Tratamentos da compactação experimental do cólon maior de equinos com hidratação enteral, intravenosa e sene (*Cassia augustifolia* Vahl). **Ceres**, v. 59, n. 1, p. 407-410, 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rceres/a/h97L9vFffJDFcTpmGZ3ZWdh/?lang=pt>. Acessado em: 3 de novembro de 2021.

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

RIBEIRO FILHO, J. D.; GIMENES, A. M.; FONSECA, E. F.; DANTAS, W. M. F.; OLIVEIRA, T. T. Hidratação enteral em bovinos: avaliação de soluções eletrolíticas isotônicas administradas por sonda nasogástrica em fluxo contínuo. **Ciência Rural**, v. 41, n. 2, p. 285-290, 2011. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/cr/a/4dZvJnwzGqj6dF6xQ9v4zVt/abstract/?lang=pt>. Acessado em: 03 de novembro de 2021.

RIBEIRO FILHO, J. D.; GOMES, C. L. N.; FONSECA, B. P. A.; PINTO, J. O. Hidratação enteral em ruminantes e equídeos. Eficiência com menor custo. **Revista do Conselho Federal de Medicina Veterinária**, n. 48, p.63-67, 2009. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/283932971_Hidracao_enteral_em_ruminantes_e_equideos_Eficiencia_com_menor_custo. Acessado em: 10 de outubro de 2021.

RIBEIRO FILHO, J. D.; LOPES, M. A. F.; AVANZA, M. F. B. Tratamento de bovinos desidratados com fluidoterapia via sonda nasogástrica de pequeno calibre. *In*: XXXI CONGRESSO BRASILEIRO DE MEDICINA VETERINÁRIA, 2004. **Anais...** São Luís – MA, 2004.

RIBEIRO FILHO, J. D.; PESSIN, A. E.; ATOJI-HENRIQUE, K.; SOUZA, M. V.; GOMES, C. L. N.; SILVA, A. R. Enteral Fluid Therapy: Biochemical Profile of Horses Treated with Hypotonic Enteral Electrolyte Solutions Associated with Energy Sources. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 34, n. 6, p.759-764, 2014. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0737080614000057>. Acessado em: 5 de janeiro de 2021.

RIBEIRO FILHO, J. D.; VIANA, R. B.; MANSO FILHO, H. C.; BAPTISTA FILHO, L. C. F.; LISBÔA, J. A. N. Hidratação em ruminantes adultos e neonatos: Abordagem prática e objetiva. **Revista Brasileira de Buiatria - Clínica Médica**, v. 1, n.1, p.28, 2021. Disponível em: <http://ufape.edu.br/sites/temaunidades.ufrpe.br/files/Hidrata%C3%A7%C3%A3o%20em%20Ruminantes%20Adultos%20e%20Neonatos%20Abordagens%20Pr%C3%A1ticas%20e%20Objetivas%20-%20RBB%20v.1%20n.1%202021%20-%20Luana%20Vieira.pdf>. Acessado em: 5 de janeiro de 2021.

ROBINSON, E. N. Homeostase ácido base. *In*: CUNNINGHAM, J. G. **Tratado de Fisiologia Veterinária**, 2ªed., Guanabara-Koogan, Rio de Janeiro, cap. 51, p. 497-505, 1999.

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

ROSE, D.B.; POST, T.W. **Clinical physiology of acid – base and electrolyte disorders**. 5ed. New York: McgrawHill, p. 992, 2001.

ROUSSEL, A. J. Fluid Therapy. *In*: FUBINI, S. L.; DUCHARME, N. G. (eds.) **Farm animal surgery**. New York: Elsevier/Saunders, p. 91-95, 2004.

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

SANTOS, P.V.M.; VIANA, R. B.; AVANZA, M.F.B.; ERMITA, P.A.; ALVES, S.R.; SILVA, M.O.; MONTEIRO, L.C.; COSTA, C.M.; MAFORT, E. G.; COSTA, L.M.L.; FERREIRA, G.M.; MATTOS, F.S.; RIBEIRO FILHO, J.D. Enteral electrolytic solutions administered in continuous flow via naso-ruminal route in adult goats. **Journal of Veterinary Medical Science**, v.82, n.10, p.1562-1569,2020.

SEAHORN, J. L.; SEAHORN, T. L. Fluid therapy in horses with gastrointestinal disease. **Veterinary Clinics: Equine Practice**, Philadelphia, v. 19, n. 3, p. 665-679, dez., 2003.

SHIMZU, M.; KINOSHITA, K.; HATTORI, K. Physical Signs of Dehydration in the Elderly. **Internal Medicine**, v. 51, n. 10, p. 1207-1210, 2012.

SILVEIRA, C.O.; RIBEIRO FILHO, J.D.; DA CRUZ, A.L.; MENESES, R.M.; DANTAS, W.D.M.F.; GUIMARÃES, J.D. Avaliação de equinos submetidos à hidratação enteral com soluções eletrolíticas isotônicas contendo diferentes fontes de energia e cálcio. **Archives of Veterinary Science**, v.17, n.1, p. 22-31, 2012.

SINK, C.A.; FELDMAN, B.F. **Laboratory Urinalysis and Hematology for the Small Animal Practitioner**, p. 127, 2004.

SLEEP, T. J.; MANNERS, R. M. Interinstrument variability in Hertel-type exophthalmometers. **Ophthalmus Plastical Reconstruction Surgery**, v. 18, n. 4, p. 254-257, jul., 2002.

SMITH, B. **Large Animal Internal Medicine**, 4^aed. Missouri: Elsevier, 2009.

SPEIRS, V. C.; WRIGLEY, R. H. Clinical examination. *In*: SPEIRS, V. C. **Clinical examination of horses**. Philadelphia: Saunders, p. 9-27, 1997.

STOCKHAM, S. L. Interpretation of equine serum biochemical profile results. **Veterinary Clinics of North America: Equine Practice**, v. 11, n. 3, p. 391-412, 1995. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0749073917303073?via%3Dihub>.

Acessado em: 15 de agosto de 2021.

TAYLOR, F. G. R.; HILLYER, M. H. **Diagnostic Techniques in Equine Medicine**. London: WB Saunders, p. 348, 1997.

THRALL, M. A. WEISER, G.; ALLISON, R. W.; CAMPBELL, T. W. **Hematologia e Bioquímica Clínica Veterinária**, 2ªed. Roca: São Paulo, p. 678, 2015.

VALADARES FILHO, S.C.; MACHADO, P.A.S.; CHIZZOTTI, M.L., et al. Tabela brasileira de alimentos para ruminantes. **Composição química-bromatológica de alimentos - CQBAL 3.0**. 3.ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2010.

VIVANTI, A.; HARVEY, K.; ASH, S. Developing a quick and practical screen to improve the identification of poor hydration in geriatric and rehabilitative care. **Archive Gerontol Geriatric**, v. 50, n. 2, p. 156-164, 2010. Disponível em: https://core.ac.uk/reader/10895888?utm_source=linkout. Acessado em: 3 de outubro de 2021.

WALDROP, J. E. Urinary electrolytes, solutes, and osmolality. **Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice**, v. 38, n. 3, p. 503-512, 2008. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0195561608000120?via%3Dihub>. Acessado em: 8 de outubro de 2021.

WELLMAN, W. L.; DIBARTOLA, S. P.; KOHN, C. W. Applied Physiology of Body Fluids in dogs and cats. *In*: DIBARTOLA, S. P. **Fluid, Electrolyte and Acid Base Disorders in Small Animal Practice**, v. 3, p. 3-26, 2006.

WHITE, N. A. Epidemiology and etiology of colic. *In*: WHITE N.A. **The Equine Acute Abdomen**. Lea & Febiger. Philadelphia, p. 47-64, 1990.