

DOMINGOS CACHINEIRO RODRIGUES DIAS

**AVALIAÇÃO CLÍNICA E LABORATORIAL COMPARATIVA ENTRE
DIFERENTES MODALIDADES DE REPOSIÇÃO HIDROELETROLÍTICA EM
EQUINOS DESIDRATADOS EXPERIMENTALMENTE**

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

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2018

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

T

D541a
2018

Dias, Domingos Cachineiro Rodrigues, 1975-
Avaliação clínica e laboratorial comparativa entre diferentes
modalidades de reposição hidroeletrólítica em equinos
desidratados experimentalmente / Domingos Cachineiro
Rodrigues Dias. – Viçosa, MG, 2018.
xx, 103 f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Inclui apêndice.

Orientador: José Dantas Ribeiro Filho.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.

Referências bibliográficas: f. 95-101.

1. Cavalos. 2. Hidratação. 3. Fuidoterapia veterinária.
4. Sangue - Circulação. I. Universidade Federal de Viçosa.
Departamento de Veterinária. Programa de Pós-Graduação em
Medicina Veterinária. II. Título.

CDD 22. ed. 636.1

DOMINGOS CACHINEIRO RODRIGUES DIAS

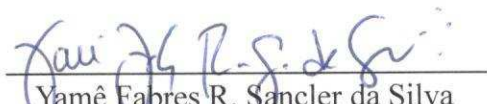
**AVALIAÇÃO CLÍNICA E LABORATORIAL COMPARATIVA ENTRE
DIFERENTES MODALIDADES DE REPOSIÇÃO HIDROELETROLÍTICA
EM EQUINOS DESIDRATADOS EXPERIMENTALMENTE**

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

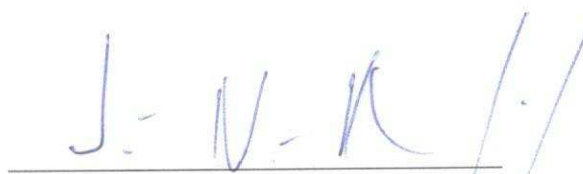
APROVADA: 10 de agosto de 2018.


Raffaella Bertoni Cavalcanti Teixeira


Paula Alessandra Di Filippo


Yamê Fabres R. Sancler da Silva


Marcel Ferreira Bastos Avanza
(Coorientador)


José Dantas Ribeiro Filho
(Orientador)

Que o “Mestre dos Mestres” lhe ensine que
nas falhas e lágrimas se esculpe a sabedoria.

Que o “Mestre da Sensibilidade” lhe ensine a
contemplar as coisas simples e a
navegar nas águas da emoção.

Que o “Mestre da Vida” lhe ensine a
não ter medo de viver e a superar
os momentos mais difíceis
da sua história.

Que o “Mestre do Amor” lhe ensine que a
vida é o maior espetáculo no
teatro da existência.

Que o “Mestre Inesquecível” lhe ensine que
os fracos julgam e desistem, enquanto
os fortes compreendem
e tem esperança.

(Augusto Cury)

Obrigado Mestre Jesus...

Esta tese é dedicada a
Pedro Domingos de Souza Rodrigues Dias
e à Aldina Pereira Rodrigues (*in memoriam*)

No clinic... No save...

(Prof. Dantas)

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a Deus, Nosso Senhor Jesus Cristo, Salvador e Sentido da Vida. Mestre dos Mestres. O Caminho, a Verdade e a Vida.

Obrigado Nossa Senhora de Fátima, minha Mãe do Céu, intercessora, consoladora, confessor e advogada.

Agradeço a São Francisco de Assis, meu padroeiro, intercessor, conselheiro e fonte de admiração e bênçãos.

Agradeço a toda minha família. Especialmente ao meu amor de avô, Marciano Rodrigues Coelho, alegria e inspiração de longevidade. Meu pai, Domingos Cachineiro, inspiração para a docência. E à minha amada mãe, Heliodora Maria, inspiração para a vida. Às minhas irmãs, Cintia e Flavia, e aos meus sobrinhos Gabriela, Leonardo e Alice. Mas, especialmente, agradeço ao meu muitíssimo amado filho Pedro Domingos. Obrigado meu filho por me entender, me apoiar e ser o motivo maior para que isso tudo fizesse sentido. Esse trabalho é seu. Desculpe-me pelo tempo em que precisei estar ausente. Papai te ama muito.

À memória de minha amadíssima Avó, Aldina Pereira Rodrigues, que mesmo não estando mais presente no plano físico permanece sendo imenso exemplo e grande inspiração para a minha vida.

Aos meus mais queridos amigos do Rio de Janeiro. Leonardo Penha, amigo, irmão e compadre. Arthur Fortes e Andrea Amorim, o melhor e mais amigo casal de todos. À minha irmã de coração Fernanda Pontes. E também à Adrienne Sanjines por todo apoio. Saudades e gratidão eternas.

Ao Departamento de Veterinária (DVT) e ao Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária da Universidade Federal de Viçosa (UFV). A todos os seus professores, técnicos e funcionários, em especial à Profa. Brunna Patrícia e àquele que se tornou um grande amigo, Prof. Leandro Abreu da Fonseca. Agradecimento destacado para a querida secretária da Pós-Graduação Rosineia Andrade.

Ao meu grande Mestre terreno, inspirador, melhor clínico veterinário e amigo Prof. José Dantas Ribeiro Filho. E mais do que agradecer quero registrar minhas desculpas por não ter sido capaz de cumprir com meu compromisso inicial. Perdoe-me por não ter conseguido ser tudo o que de mim esperava.

Agradeço também ao grande amigo, colega e inspirador Prof. Pierre Barnabé Escodro por todo apoio e motivação durante os momentos mais difíceis.

À Universidade Federal da Bahia e ao Departamento de Anatomia, Patologia e Clínicas Veterinárias da Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia (DEAPAC - EMEVZ – UFBA) pela liberação e apoio para realização desse trabalho. Especialmente ao Diretor da EMEVZ – UFBA, Prof. Antonio de Lisboa Ribeiro Filho, e à minha eterna orientadora e parceira Profa. Maria Consuelo Caribé Ayres pelo apoio e cessão de material para a pesquisa.

À CAPES pelo apoio institucional e ao CNPQ pela concessão de bolsa de doutorado. Às empresas Organnact e BioClean pela cessão do material tão imprescindível para a realização da pesquisa.

A todos meus amigos e colegas de Pós-Graduação, em especial aos companheiros de laboratório Pedro Ermita, Micheline Ozana, Fabricia Girardi, Bruna Ribeiro, Gláucia Matos, Caio Monteiro e Marcel Avanza que foram o alicerce e a família que tive por dois anos.

Agradeço carinhosamente ao amigo e colega João Victor Fachinni Rodrigues por ter sido e continuar sendo meu parceiro de vida.

Aos residentes da Clínica e Cirurgia de Grandes Animais do DVT – UFV, em especial à Fernanda Timbó, Adriano Honorato (e família), Gabriel Barbosa e Pollyanna Souto, assim como aos estudantes de graduação e estagiários que tanto contribuíram. Em especial a Lucas Drummond, Lorena Monteiro e Daniela Estanislau.

Aos novos amigos que fiz em Viçosa nessa minha segunda passagem por essa cidade marcante. Em especial à Joédna Moreli e à Carmen Rostello, minhas duas “anjas da guarda”. Sem elas eu não teria conseguido. Abraço especial às queridas Alessandra Arreguy, Carmen Mol e Bruna Waddington.

Às minhas amadas vizinhas e amigas queridas Tatiana Duarte e Carol Faria. Vocês fizeram toda a diferença. Muito obrigado.

Agradecimentos mais do que especiais ao Esquadrão de Polícia Montada da Polícia Militar da Bahia (Esquad.P.Mont. – PMBA) no nome do seu Comandante, Major Aloysio Herwans, e da sua Formação Veterinária representada pelos meus amigos-irmãos Major Reinaldo Matos e o Major Wilson Gustavo, além de todos os Policiais Militares que diretamente contribuíram para a realização desse trabalho.

Agradeço a todo grupo de colaboradores que atuaram diretamente para execução dessa pesquisa a campo e nos laboratórios. À Profa. Chiara Albano pelo apoio na Cavalaria e nas análises laboratoriais. À querida Profa. Thereza Bittencourt, hipiatra de coração, pelo apoio nas análises estatísticas. Ao amigo Prof. Emanuel Martins Filho por toda ajuda. Também à colega Cristiana Costa por todo apoio e dedicação. Muito obrigado à amiga Flavia Lobão pela ajuda com o inglês.

Agradeço aos alunos de graduação da EMEVZ – UFBA que tanto colaboraram. Agradecimentos especiais à Olívia Garcia, Everton Vasconcelos, Aline Rocha, Juliana Marback, Clara Rodrigues e Andressa Novais. Agradecimentos especiais à graduanda Mariana dos Anjos pela ajuda no experimento e pelas fotos tiradas durante a execução desse trabalho.

Agradecimentos especialíssimos à graduanda em Medicina Veterinária da EMEVZ – UFBA Nadyne Moreira que se dedicou de forma integral a essa pesquisa com grande destaque técnico e colaboração assídua. Muito obrigado hoje e sempre.

Não poderia deixar de registrar e destacar a minha imensa e eterna gratidão aos três grandes amigos Leonardo Sacramento, Daniel Silva e Dyego Pimenta. Muito obrigado a essa trinca de azes. Sem vocês esse trabalho não existiria.

Registro ainda minha gratidão aos laboratórios de Patologia Clínica Veterinária do HOSVET - UNIME e do HOSPMEV - UFBA por todo apoio na execução das análises laboratoriais desse trabalho.

Finalmente, quero agradecer às seis criaturas mais esplêndidas e fundamentais que tornaram tudo isso possível. Muito obrigado à Gatinha, Lêda Anai, Vinheta, Paloma, Pandora Clara e Levada. Essas são as Éguas da minha vida. A elas devo tudo. São as melhores Policiais Militares que eu conheci. Solípedes fiéis e determinados no cumprimento de suas missões. Sejam essas missões científicas ou de policiamento ostensivo. Honra e glória a essas cavalarianas! Sempre haverá uma Cavalaria!

BIOGRAFIA

DOMINGOS CACHINEIRO RODRIGUES DIAS, filho de Domingos Cachineiro Dias Neto e Heliadora Maria Pereira Rodrigues Coelho, nasceu em 29 de novembro de 1975 no Rio de Janeiro, capital do Estado do Rio de Janeiro, Brasil.

Em 1999 graduou-se em Medicina Veterinária pela Faculdade de Veterinária da Universidade Federal Fluminense (UFF), Niterói – RJ.

Em 2000 concluiu o programa de Especialização, na forma de Residência Médico Veterinária, em Clínica e Cirurgia de Grandes Animais pelo Departamento de Veterinária da Universidade Federal de Viçosa (DVT – UFV) / Viçosa - MG.

Nesse mesmo ano fixou residência no Município de Paulo de Frontin – RJ onde exerceu a atividade de Médico Veterinário autônomo em propriedades rurais nas áreas da Equinocultura e Bovinocultura nas regiões Serrana e Sul Fluminense.

Em 2002 mudou-se para Salvador – BA, onde iniciou suas atividades profissionais como Promotor Técnico de empresas nacionais e multinacionais do ramo de produtos e medicamentos veterinários nos Estados da Bahia e Sergipe.

Em 2004 fundou, como sócio proprietário, a Equiplan - Assistência Veterinária para Equinos, situada no Centro Hípico Vanguarda / Salvador – BA, onde até o ano de 2010 atuou no atendimento clínico-cirúrgico de Equinos. Ainda durante esse período foi Médico Veterinário oficial da Confederação Brasileira de Hipismo (CBH) e Técnico da Raça Mangalarga.

Em 2006 ingressou no Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal nos Trópicos da Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal da Bahia (EMEVZ – UFBA), concluindo o Mestrado em 2008. Nesse mesmo período exerceu o cargo de Professor Substituto na disciplina de Semiologia Veterinária no curso de Medicina Veterinária da EMEVZ – UFBA.

Também em 2008 concluiu o curso de Especialização em Diagnóstico e Cirurgia de Equinos pelo Instituto Brasileiro de Veterinária (IBVET).

Entre 2008 e 2010 atuou como Professor nas disciplinas de Clínica Médica de Grandes Animais e de Semiologia Veterinária do curso de Medicina Veterinária da UNIME / Lauro de Freitas - BA, além de ter sido Coordenador do Setor de Grandes Animais do Hospital Veterinário (HOSVET) dessa mesma instituição.

Em 2010 foi aprovado em concurso público, tendo iniciado em 2011 a carreira de Professor do Departamento de Anatomia, Patologia e Clínicas Veterinárias (DEAPAC) da EMEVZ – UFBA / Salvador – BA, atuando desde então nas disciplinas de Semiologia Veterinária, Terapêutica Veterinária e Clínica Médica de Equinos, além de coordenar o Setor de Clínica de Equídeos do Centro de Desenvolvimento da Pecuária (CDP – EMEVZ – UFBA).

Em 2014 iniciou o curso de Doutorado no Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária do DVT – UFV / Viçosa - MG, na área da Clínica dos Desequilíbrios Hidroeletrólíticos e Ácido Base em Equinos, tendo obtido em 2018 o título de *Doctor Scientiae* em Medicina Veterinária.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE ABREVIATURAS	xii
LISTA DE TABELAS	xiii
LISTA DE FIGURAS	xv
RESUMO	xvii
ABSTRACT	xix
1. INTRODUÇÃO	1
1.1 Objetivos	6
1.1.1 Gerais	6
1.1.2 Específicos	6
1.2 Hipóteses	6
2. REVISÃO DE LITERATURA	7
2.1 Equilíbrio hidroeletrólítico e ácido-base em equinos	7
2.2 Desequilíbrios hidroeletrólíticos e ácido base em equinos	17
2.3 Avaliação clínica do equino acometido por desequilíbrio hidroeletrólítico e ácido base	20
2.4 Terapia hidroeletrólítica em equinos	23
2.5 Hidratação enteral em equinos	26
2.6 Hidratação enteral versus hidratação intravenosa em equinos	29
3. MATERIAL E MÉTODOS	33
3.1 Locais de realização.....	33
3.2 Animais.....	33
3.3 Instalações e manejo geral dos animais	34
3.4 Preparo dos animais durante o experimento	34
3.5 Tratamentos	36
3.6 Delineamento <i>crossover</i>	39

3.7 Tempos das avaliações clínicas do exame físico e coletas de amostras para exames laboratoriais	40
3.8 Avaliação clínica	41
3.8.1 Exame físico	41
3.8.2 Avaliações laboratoriais	42
4. ANÁLISE ESTATÍSTICA	45
5. CAPÍTULOS	46
CAPÍTULO 1 – AVALIAÇÃO DOS EFEITOS DE SOLUÇÕES ELETROLÍTICAS ENTERAIS COM DIFERENTES OSMOLARIDADES E DO RINGER LACTATO EM EQUINOS DESIDRATADOS EXPERIMENTALMENTE PELA UTILIZAÇÃO DE PARÂMETROS DO EXAME FÍSICO, MARCADORES HEMATOLÓGICOS E UMIDADE DAS FEZES	46
CAPÍTULO 2 – AVALIAÇÃO DOS EFEITOS DE SOLUÇÕES ELETROLÍTICAS ENTERAIS COM DIFERENTES OSMOLARIDADES E DO RINGER LACTATO EM EQUINOS DESIDRATADOS EXPERIMENTALMENTE PELA UTILIZAÇÃO DE MARCADORES LABORATORIAIS DO EQUILÍBRIO ÁCIDO BASE	60
CAPÍTULO 3 – AVALIAÇÃO DOS EFEITOS DE SOLUÇÕES ELETROLÍTICAS ENTERAIS COM DIFERENTES OSMOLARIDADES E DO RINGER LACTATO EM EQUINOS DESIDRATADOS EXPERIMENTALMENTE PELA UTILIZAÇÃO DE PARÂMETROS BIQUÍMICOS SÉRICOS	67
CAPÍTULO 4 – AVALIAÇÃO DOS EFEITOS DE SOLUÇÕES ELETROLÍTICAS ENTERAIS COM DIFERENTES OSMOLARIDADES E DO RINGER LACTATO EM EQUINOS DESIDRATADOS EXPERIMENTALMENTE PELA UTILIZAÇÃO DE PARÂMETROS DA URINÁLISE E DA BIOQUÍMICA URINÁRIA	82
6. CONCLUSÕES GERAIS	94
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	95
APÊNDICE	102
APÊNDICE A	103

LISTA DE ABREVIATURAS

ACT	Água Corporal Total
ADH.....	Hormônio Antidiurético
AG	Ânion Gap
$C_4H_6O_4Ca$	Acetato de Cálcio
$C_6H_{12}O_6$	Dextrose
$C_{6n}H_{(10n+2)}O_{(5n+1)}$	Maltodextrina
CA	Contorno Abdominal
Ca^{2+}	Íons Cálcio
Cl^-	Íons Cloreto
DIF	Diferença de Íons Fortes
EB	Excesso de Base
FC	Frequência Cardíaca
FR	Frequência Respiratória
H^+	Hidrogênio Iônico
HCO_3^-	Íons Bicarbonato
HET	Hidratação Enteral
HETfc	Hidratação Enteral em Fluxo Contínuo
IV	Intravenosa
K^+	Íons Potássio
KCl	Cloreto de Potássio
LEC	Líquido Extracelular
LIC	Líquido Intracelular
mEq/L	Miliequivalentes por Litro
Mg^{2+}	Íons Magnésio
MI	Motilidade Intestinal
mOsm/L	Miliosmol por Litro
Na^+	Íons Sódio
NaCl	Cloreto de Sódio
P	Fósforo
PC	Peso Corporal
PCO_2	Pressão Parcial de Gás Carbônico
PD	Protocolo Experimental de Indução de Desidratação
pH	Potencial Hidrogeniônico
PNA	Peptídeo Natriurético Atrial
PPTs	Proteínas Plasmáticas Totais
RL	Ringer Lactato
SeHIPO	Solução Enteral Hipotônica
SeISO	Solução Enteral Isotônica
T	Tempo
TR	Temperatura Retal
TFG	Taxa de Filtração Glomerular
TPC	Tempo de Preenchimento Capilar
UF	Umidade das Fezes
VG	Volume Globular
VP	Volume Plasmático

LISTA DE TABELAS

Página

TABELA 1: Composição (/L) das soluções eletrolíticas administradas por via HETfc	36
TABELA 2: Delineamento experimental <i>crossover</i> 6X3	40

CAPÍTULO 1

TABELA 1: Valores médios e desvio-padrão da Frequência Cardíaca (FR) (bpm), Frequência Respiratória (FR) (mpm), Motilidade Intestinal (MI) (escore de 1 a 4), Tempo de Preenchimento Capilar (TPC) (seg) e Temperatura Retal (TR) (C°) em Equinos submetidos ao jejum e tratados em delineamento <i>crossover</i> 6 X 3 com diferentes modalidades de terapia hidroeletrólítica	47
---	----

TABELA 2: Valores médios e desvio-padrão do Contorno Abdominal (CA) (cm) e do Peso Corporal (PC) (kg) em Equinos submetidos ao jejum e tratados em delineamento <i>crossover</i> 6 X 3 com diferentes modalidades de terapia hidroeletrólítica	49
--	----

TABELA 3: Valores médios e desvio-padrão da Porcentagem da Umidade das Fezes (UF) (%) em Equinos submetidos ao jejum e tratados em delineamento <i>crossover</i> 6 X 3 com diferentes modalidades de terapia hidroeletrólítica	51
--	----

TABELA 4: Valores médios e desvio-padrão do Volume Globular (VG) (%), Proteínas Plasmáticas Totais (PPT) (g/dl) e Volume Plasmático (VP) (%) em Equinos submetidos ao jejum e tratados em delineamento <i>crossover</i> 6 X 3 com diferentes modalidades de terapia hidroeletrólítica	52
---	----

CAPÍTULO 2

TABELA 1: Valores médios e desvio-padrão do pH sanguíneo, cHCO_3^- (mMol L^{-1}), PCO_2 (mmHg) Excesso de Base (EB) (mMol L^{-1}), Diferença de Íons Fortes (DIF) (mEq L^{-1}) e Ânion Gap (AG) (mEq L^{-1}) em Equinos submetidos ao jejum e tratados em delineamento <i>crossover</i> 6 X 3 com diferentes modalidades de terapia hidroeletrólítica	62
---	----

CAPÍTULO 3

TABELA 1: Valores médios e desvio-padrão de Ureia Sérica (mg/dL), Lactato Plasmático (mMol/L), Creatinina Sérica (mg/dL), Glicemia (mg/L) e Osmolaridade Sérica (mMol/L) em Equinos submetidos ao jejum e tratados em delineamento <i>crossover</i> 6 X 3 com diferentes modalidades de terapia hidroeletrólítica	69
---	----

TABELA 2: Valores médios e desvio-padrão de Sódio, Potássio e Cloreto Sérico (mMol/L) e de Cálcio Ionizado, Magnésio e Fósforo Sérico (mg/dL) em Equinos submetidos ao jejum e tratados em delineamento <i>crossover</i> 6 X 3 com diferentes modalidades de terapia hidroeletrólítica	72
--	----

CAPÍTULO 4

TABELA 1: Valores médios e desvio-padrão de Volume Urinário (ml), pH urinário e Densidade Urinária em Equinos submetidos ao jejum e tratados em delineamento <i>crossover</i> 6 X 3 com diferentes modalidades de terapia hidroeletrólítica	85
---	----

TABELA 2: Valores médios e desvio-padrão de Ureia, Creatinina e Glicose na urina (mg/dL) em Equinos submetidos ao jejum e tratados em delineamento <i>crossover</i> 6 X 3 com diferentes modalidades de terapia hidroeletrólítica	86
---	----

TABELA 3: Valores médios e desvio-padrão de Sódio, Potássio e Cloreto (mMol/L) e de Cálcio e Magnésio (mg/dL) na urina em Equinos submetidos ao jejum e tratados em delineamento <i>crossover</i> 6 X 3 com diferentes modalidades de terapia hidroeletrólítica	87
---	----

APÊNDICE

TABELA A: Valores de referência para Equinos	103
--	-----

LISTA DE FIGURAS

	Página
FIGURA 1: Distribuição e composição dos fluidos corporais (Adaptado de SCHOTT II, 2006)	8
FIGURA 2: Graus de desidratação e suas correlações clínicas (ALVES et al., 2008) ...	21
FIGURA 3: Bolsa coletora de urina acoplada à sonda de Foley inserida na uretra	35
FIGURA 4: Animal sendo submetido a um dos tratamentos HETfc	37
FIGURA 5: Animal sendo submetido ao tratamento RL	38
FIGURA 6: Sistema de hidratação HETfc (RIBEIRO FILHO, 2009)	38
FIGURA 7: Detalhe de um dos animais com o sistema de hidratação HETfc	39
FIGURA 8: Aparelho i-Stat Abbot®	44
FIGURA 9: Amostra de urina	49

CAPÍTULO 1

FIGURA 1: Dinâmica dos valores de Frequência Cardíaca, Frequência Respiratória, Motilidade Intestinal, Tempo de Preenchimento Capilar e Temperatura Retal	48
FIGURA 2: Dinâmica dos valores de contorno abdominal e peso corporal	49
FIGURA 3: Dinâmica dos valores de Porcentagem de Umidade das Fezes	51
FIGURA 4: Dinâmica dos valores de VG, PPT e % VP	53

CAPÍTULO 2

FIGURA 1: Dinâmica dos marcadores bioquímicos do equilíbrio ácido base	61
--	----

CAPÍTULO 3

FIGURA 1: Dinâmica dos valores de ureia e creatinina séricas, lactato plasmático, glicemia e osmolaridade sérica	68
FIGURA 2: Dinâmica dos valores de eletrólitos séricos	73

CAPÍTULO 4

FIGURA 1: Dinâmica de volume, pH e densidade urinárias	84
FIGURA 2: Dinâmica de ureia, creatinina, glicose, sódio, potássio, cloreto, cálcio e magnésio urinários	88

RESUMO

DIAS, Domingos Cachineiro Rodrigues, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, agosto de 2018. **Avaliação clínica e laboratorial comparativa entre diferentes modalidades de reposição hidroeletrólítica em equinos desidratados experimentalmente.** Orientador: José Dantas Ribeiro Filho. Coorientador: Marcel Ferreira Matos Avanza.

O objetivo do presente estudo foi realizar a comparação clínica, por meio da utilização de parâmetros do exame físico e de exames laboratoriais, entre os efeitos de três modalidades de terapias hidroeletrólíticas, uma hipotônica (SeHIPO) e uma isotônica (SeISO), ambas por via enteral em fluxo contínuo (HETfc), e outra com solução de ringer lactato por via intravenosa (RL IV), na taxa de infusão de 15 ml/kg/h administradas simultaneamente em tempo real por 8 horas num delineamento *crossover* 6X3 em equinos desidratados experimentalmente. Para tanto, foram utilizadas 6 éguas adultas da raça Brasileiro de Hipismo que foram submetidas a um protocolo experimental de desidratação (PD) constituído de 36 horas de jejum hídrico e alimentar, associado a duas aplicações de 1 mg/kg do diurético furosemida sendo posteriormente tratadas de acordo com o delineamento experimental proposto. Foram determinados os parâmetros do exame físico, assim como colhidas amostras de sangue, fezes e urina para análises laboratoriais imediatamente antes do PD (T -36), assim como imediatamente antes do início dos tratamentos (T0), além de 2 (T2), 4 (T4), 6 (T6) e 8 (T8) horas de tratamento. Os resultados obtidos demonstraram que, apesar da terapia RL IV ser tradicionalmente considerada a mais eficaz como reposição hidroeletrólítica em equinos, ambos os tratamentos HETfc demonstraram a mesma eficácia na reversão dos efeitos ocasionados pelo PD, ainda que para alguns marcadores da volemia, tais como o Volume Globular (VG), Proteínas Plasmáticas Totais (PPT) e porcentagem de Volume Plasmático (%VP) tenham sido relativamente mais lentos. Porém, para os demais marcadores do exame físico e laboratoriais dos equilíbrios hidroeletrólíticos e ácido base a eficácia entre as três terapias estudada foi equivalente, tendo as terapias HETfc demonstrado maior efeito na promoção da umidade das fezes, na promoção e manutenção dos níveis de glicemia, além do cálcio e do magnésio sérico, sem, no entanto, ter determinado poliúria e natriúrese como observado no tratamento RL IV. Entre as terapias HET, a SeISO apresentou diferenças significativas quando comparada

à SeHIPO, tendo demonstrado maiores valores de Cloreto Sérico com consequentes menores valores de Diferença de Íons Fortes (DIF), além de maiores valores de Glicemia e Glicosúria, sem ter, no entanto, determinado quaisquer tipos de efeitos adversos. Portanto, a eficiência das terapias HETfc foi comprovada sem a ocorrência de complicações, tais como desequilíbrios eletrolíticos e ácido-base, nem distensão e desconforto abdominal, ainda que tenham gerado maior aumento do contorno abdominal. As observações clínicas do presente estudo comprovam a eficácia das terapias HETfc ao serem comparadas ao tratamento RL IV e justificam a indicação e utilização dessas modalidades terapêuticas em equinos na reposição hidroeletrólíticas para essa espécie.

ABSTRACT

DIAS, Domingos Cachineiro Rodrigues, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, August, 2018. **Comparative clinical and laboratorial evaluation between different modalities of hydroelectrolytic reposition in experimentally dehydrated equines.** Advisor: José Dantas Ribeiro Filho. Co-advisor: Marcel Ferreira Matos Avanza.

The objective of this study was to perform a clinical comparison, through the use of parameters of the physical examination and several laboratory tests, among the effects of three modalities of hydroelectrolytic therapies, a hypotonic (SeHIPO) and an isotonic (SeISO), both by continuous enteral flow (HETfc), and another with the lactate ringer solution intravenous (RL IV), all at an infusion rate of 15 ml/kg/h administered simultaneously in real time for 8 hours in a crossover design 6X3 in experimentally dehydrated horses. For this purpose 6 adult mares of the Brazilian Horse Riding breed were used and subjected to a dehydration experimental protocol (PD) of 36 hours of without water or food, associated with two applications of 1 mg/kg of diuretic furosemide, and were subsequently treated according to the experiment design. The parameters of the physical examination were taken, and samples of blood, faeces and urine were collected for laboratory analysis 36 hours immediately before PD (T-36), as well as immediately prior to the initiation of (T0), plus 2 (T2), 4 (T4), 6 (T6) and 8 (T8) hours of treatment. The results demonstrated that, despite RL IV therapy being traditionally considered the most effective as hydroelectrolytic replacement in horses, both HETfc treatments demonstrated the same efficacy in reversing the effects determined by the PD, although for some blood volume markers, such as the Globular Volume (VG), Total Plasma Proteins (PPT) and percentage of Plasma Volume (% VP) were relatively slower. However, for other markers of physical and laboratory examination of the hydroelectrolytic and acid-base the efficacy among the three therapies studied was equivalent, with the therapies HETfc being more effective in promoting stool moisture, maintenance of blood glucose levels, in addition to calcium and serum magnesium without however, determining polyuria and natriuresis as observed in RL IV treatment. Among HET therapies, SeISO presented significant differences when compared to SeHIPO, having demonstrated higher values of Serum Chloride with consequent lower values of Strong Ions Difference (DIF), besides higher

values of Glycemia and Glycosuria without, however, having determined any types of adverse effects. Therefore, efficiency of HETfc therapies has been proven without the occurrence of complications such as electrolyte and acid-base imbalances, nor abdominal distension and discomfort, although they have generated greater increase of the abdominal contour. The clinical observations of the present study prove the efficacy of HETfc therapeutic modalities with respect to RL IV treatment. Assuming the conditions described, and with the specified species, the results justify the recommendation and use of HETfc therapies in equine veterinary practices as hydroelectrolyte replacement therapies.

1. INTRODUÇÃO

A Equinocultura é um ramo relevante e estratégico do agronegócio brasileiro. Estima-se que o Complexo do Agronegócio do Cavalo no Brasil movimentava aproximadamente 16,15 bilhões de reais por ano, gerando cerca de 610 mil empregos diretos e 2,4 milhões de empregos indiretos, sendo que o plantel de equinos no Brasil é constituído por cerca de 5,5 milhões de cabeças (LIMA e CINTRA, 2015) que possuem, muito além da significância econômica, um importante caráter sociocultural, dada a utilização desses animais em diversas atividades urbanas e rurais, sejam elas esportivas, de lazer, de trabalho e nas terapias assistidas por animais. Tal importância dos equinos também é notada de forma global, seja em países desenvolvidos, quanto naqueles em desenvolvimento.

Portanto, é possível entender a importância do estudo dos variados aspectos que influenciam e podem prejudicar a cadeia produtiva da indústria do cavalo, visando sua melhoria não somente como atividade econômica, mas também com o objetivo de promover a saúde e o bem estar desses animais. Dentre esses aspectos destaca-se o segmento da Medicina Veterinária especializada em equinos, notadamente a Clínica Médica de Equinos, que objetiva estudar as enfermidades que acometem os cavalos buscando preveni-las, diagnosticá-las e tratá-las adequadamente.

No campo da Clínica Médica de Equinos nota-se que em diversas enfermidades dos cavalos há o desenvolvimento de processos fisiopatológicos comuns a diferentes etiologias que envolvem e comprometem a homeostase desse paciente (THOMASSIAN, 2005). Dentre esses processos destaca-se o comprometimento do equilíbrio hidroeletrólítico e ácido base que é fundamental para a manutenção do estado de saúde desses animais, uma vez que a água corporal dividida em compartimentos distintos, associada aos eletrólitos, está envolvida em fundamentais mecanismos fisiológicos que geram equilíbrio orgânico e homeostase. Uma vez tendo seu equilíbrio hidroeletrólítico e ácido base comprometido, o equino terá agravamento do seu quadro clínico e piora no seu prognóstico, o que demonstra a importância da correção desses desequilíbrios através de medidas terapêuticas precoces e eficazes (RIBEIRO FILHO, 2009).

Basicamente, os desequilíbrios hidroeletrólíticos e ácido base são reconhecidos apenas como desidratação mediante a utilização de métodos semiológicos tradicionais na rotina da clínica de equinos. Esses achados clínicos refletem apenas a detecção do

desequilíbrio hídrico. Porém, há uma correlação íntima entre os processos que determinam e podem comprometer o equilíbrio hídrico em conjunto com o equilíbrio eletrolítico e, conseqüentemente, o equilíbrio ácido base, de modo que um paciente desidratado certamente estará acometido simultaneamente de algum desequilíbrio eletrolítico e ácido base ao ser admitido num serviço médico veterinário (DI FILIPPO et al., 2008). Daí a importância do uso de metodologias e técnicas diagnósticas mais específicas e sensíveis que permitam monitorar o comprometimento não só apenas do déficit hídrico do paciente, mas também o envolvimento dos desequilíbrios eletrolíticos e ácido base. Tais metodologias de exploração clínica para o monitoramento dos desequilíbrios hidroeletrólíticos e ácido base são fundamentadas na utilização de parâmetros obtidos tanto no exame físico, quanto em diversos parâmetros obtidos em testes laboratoriais realizados em amostras de materiais biológicos colhidas do paciente, tais como a hematologia, a bioquímica e o perfil eletrolítico sérico, além da urinálise e da hemogasometria (ALVES et al., 2008).

Os agravos mais comuns que comprometem o equilíbrio hidroeletrólítico e ácido base nos equinos estão sediados no sistema gastrointestinal, notadamente relacionados à síndrome cólica equina e enfermidades gastrointestinais inflamatórias, pelos processos fisiopatológicos que cursam com sequestro intra-luminal de água e eletrólitos, refluxo gastroentérico e diarreia (DI FILLIPO et al., 2008). Porém, em quaisquer outras situações clínicas sistêmicas relacionadas a enfermidades de etiologias diversas sediadas nos demais sistemas e aparelhos orgânicos dos equinos há o potencial desenvolvimento de diferentes tipos e graus de desequilíbrios hidroeletrólíticos e ácido base, fato que incide diretamente sobre o agravamento do quadro clínico, do prognóstico e dos índices de óbito nesses animais (ALVES et al., 2008).

Além das situações patológicas, há ainda o envolvimento e comprometimento do equilíbrio hidroeletrólítico e ácido base em situações que podem ser consideradas fisiológicas, tal como a atividade física, onde a perda de água e eletrólitos pela sudorese e respiração é marcante (FOREMAN, 1998). Assim, é de suma importância que o profissional veterinário que milita na clínica médica de equinos seja capaz de reconhecer a importância dos desequilíbrios hidroeletrólíticos e ácido base como processos fundamentais que agravam e comprometem a saúde de seu paciente, e assim, esteja apto para tratar e corrigir de forma específica e eficaz tais desequilíbrios.

Para tanto, é imperativo que medidas terapêuticas sejam adotadas na rotina de atendimento clínico de equinos visando corrigir tais desequilíbrios. A primordial opção

de tratamento dos desequilíbrios hidroeletrólíticos e ácido base é a terapia hidroeletrólítica, ou hidratação, fundamentada na correção e manutenção do estado hídrico, eletrólítico e ácido base do paciente através da administração de soluções eletrólíticas com o objetivo de reestabelecer sua homeostase (ALVES et al., 2008). Desafortunadamente, a hidratação permanece até hoje sendo considerada por muitos segmentos da Medicina Veterinária como uma “terapia de suporte”, não específica e generalista, o que denota uma subestimação da sua importância pelos profissionais envolvidos.

Porém, a literatura científica sobre esse tema demonstra que o desenvolvimento de tipos distintos de desequilíbrios hidroeletrólíticos e ácido base, associados à etiologia de base que origina tais processos, requer terapias específicas para cada situação enfrentada (FIELDING e MAGDESIAN, 2015). Isso significa que há diferentes modalidades de Hidratação que devem ser indicadas de acordo com a condição singular de cada paciente, não havendo, portanto, uma terapia hidroeletrólítica geral e padronizada para todas as condições que acometem os equinos (RIBEIRO FILHO, 2009). Além disso, uma vez que os processos que determinam os desequilíbrios hidroeletrólíticos e ácido base nos equinos são dinâmicos e sujeitos a inesperadas variações ao longo da evolução de uma enfermidade, é preciso que a terapia hídrica também seja readequada ao longo do atendimento clínico de acordo com a evolução do quadro do paciente (ALVES et al., 2008).

Assim, pode-se afirmar que a terapia hidroeletrólítica representa um capítulo fundamental na área da clínica médica de equinos, mas que apesar de possuir tamanha importância para o sucesso dos atendimentos clínicos nessa espécie (SCHOTT II, 2006) (FIELDING e MAGDESIAN, 2015), ainda é subestimada por grande parte da comunidade veterinária. Dessa forma, é preciso que a Hidratação em Equinos seja reconhecida e aplicada como uma modalidade terapêutica fundamental, específica e eficaz para esses animais. Para tanto, existem diferentes formas de terapia hidroeletrólítica possíveis de serem empregadas em equinos, podendo haver variações na via de administração e na formulação das soluções utilizadas (DEARO, 2001) (DEARO e REICHMANN, 2001), sendo mais tradicional a administração de soluções eletrólíticas diretamente no leito vascular, pela via intravenosa, sem que essa solução passe pela barreira mucosa do trato gastrointestinal (LOPES et al., 2004).

Dentre as possibilidades de terapias hidroeletrólíticas, aquela que mais se destaca na rotina da clínica de equinos é a administração da solução de Ringer Lactato

(RL) por via intravenosa (IV). Tal fato pode ser explicado, uma vez que a solução RL é a que mais se assemelha em sua composição eletrolítica ao plasma equino. Além disso, a via de administração IV é considerada a mais eficaz e rápida na correção dos desequilíbrios hidroeletrólíticos e ácido base, já que sua administração se dá diretamente no leito vascular (DEARO e REICHMANN, 2001) (SCHOTT II, 2006) (FIELDING e MAGDESIAN, 2015). Porém, essa modalidade de terapia hídrica apresenta uma série de desvantagens, tanto técnicas quanto relacionadas ao seu elevado custo, que precisam ser consideradas no momento de se formular um plano de hidratação para um paciente equino (RIBEIRO FILHO, 2009). Além disso, não há comprovação científica de que a hidratação por via IV com a solução de RL seja realmente mais eficaz em todos os diferentes tipos e graus de desequilíbrios hidroeletrólíticos e ácido base que acometem os cavalos frente às outras modalidades de terapias hidroeletrólíticas. Não obstante, a terapia com a solução RL por via IV permanece sendo reconhecida e utilizada como a terapia hidroeletrólítica geral e padrão na espécie equina, seja por questões meramente culturais, seja pelo desconhecimento de alternativas viáveis, eficazes e mais econômicas para terapia hidroeletrólítica nessa espécie (LOPES, 2015).

Por ser uma modalidade terapêutica descrita anteriormente nos equinos, principalmente para o tratamento de compactações de cólon maior (LOPES et al., 1998) (LOPES et al., 1999) (LOPES et al., 2002) (MONREAL et al., 2010), além de ter sido considerada como uma “arma mágica” na medicina humana (RUXIN, 1994), a Hidratação Enteral (HET), onde as soluções eletrolíticas são administradas e absorvidas pelo trato gastrointestinal, tem sido alvo de pesquisas mais recentes que têm demonstrado sua aplicação nessa espécie. Por conta disso, podemos reconhecer atualmente uma nova forma de se encarar essa terapia, principalmente após a publicação de estudos onde a HET foi aplicada em regime de fluxo contínuo em equinos (HETfc), com diferentes taxas de infusão e formulações variadas a base de água, eletrólitos e fontes de energia, associadas ou não a outros elementos considerados hidratantes ou laxantes, não visando apenas tratar as compactações de cólon maior, mas também objetivando a correção dos desequilíbrios hidroeletrólíticos e ácido base que acometem os cavalos (AVANZA et al., 2009) (GOMES et al., 2012) (RIBEIRO FILHO et al., 2012) (PESSIN et al., 2013) (RIBEIRO FILHO et al., 2014a) (RIBEIRO FILHO et al., 2014b) (RIBEIRO FILHO et al., 2015) (RIBEIRO FILHO et al., 2017). Os resultados desses estudos têm comprovado a eficácia, a segurança e as diversas vantagens da HETfc nos equinos, principalmente relacionadas ao custo do tratamento, ainda que

limitações e contraindicações também tenham sido descritas. Da mesma forma, a experiência de campo também tem sido importante para a compreensão do emprego da HETfc nesses animais.

Contudo, até o presente momento, o potencial terapêutico da HETfc permanece desacreditado e restrito a poucos centros de referência de Medicina Equina. Tal realidade pode ser atribuída ao descrédito de muitos profissionais e pesquisadores quanto à eficácia da HETfc frente à consagrada utilização da terapia hidroeletrólítica com a solução RL por via IV nesses pacientes (LOPES, 2002) (LOPES, 2015).

Apesar de já terem sido conduzidos estudos comparativos entre a terapia hidroeletrólítica com soluções por via IV e a HET (LOPES et al., 2002) (RIBEIRO FILHO et al., 2011) (RIBEIRO FILHO et al, 2012) (LESTER et al., 2013) (GOMES et al., 2014), ainda não foram publicados resultados de pesquisas que comparem clinicamente, em tempo real e na mesma taxa de infusão, diferentes formulações da HETfc frente à utilização da solução RL por via IV em equinos submetidos a desequilíbrios hidroeletrólíticos e ácido base induzidos e controlados experimentalmente.

Portanto, são necessários delineamentos controlados em equinos que façam a comparação entre diferentes formulações da HETfc e o uso da solução RL por via IV através da utilização de marcadores clínicos do exame físico e de exames laboratoriais. Somente assim a utilização da HETfc na espécie equina poderá ser uma realidade na rotina de campo, deixando de ser uma alternativa pouco entendida e restrita apenas aos centros de pesquisa.

Desse modo, tais estudos poderão contribuir para que haja um incremento nas alternativas de terapias hidroeletrólíticas que sejam mais específicas, eficazes, seguras e econômicas, elevando assim o conceito da Hidratação, em suas diferentes formas, como modalidade terapêutica fundamental na promoção da saúde e do bem estar dos equinos.

1.1 Objetivos

1.1.1 Geral

O presente estudo tem como objetivo geral avaliar e comparar os efeitos clínicos dos diferentes tratamentos, sendo uma formulação hipotônica (SeHIPO) e outra isotônica (SeISO) de reposição hidroeletrólítica administradas por via nasoesofágica em fluxo contínuo (HETfc) com a administração intravenosa de Ringer Lactato (RL IV) em taxas e tempos de infusão equivalentes em equinos hígidos submetidos a um Protocolo Experimental de Indução de Desidratação (PD) constituído de 36 horas de jejum hídrico e alimentar associado a duas aplicações de 1 mg/kg de furosemida.

1.1.2 Específicos

- Avaliar os efeitos clínicos do PD sobre os animais utilizados.
- Avaliar os efeitos clínicos de formulação hipotônica (SeHIPO) de reposição hidroeletrólítica pela via nasoesofágica (HETfc) na taxa de infusão de 15 mL/kg/h por 8 horas.
- Avaliar os efeitos clínicos de formulação isotônica (SeISO) de reposição hidroeletrólítica pela via nasoesofágica (HETfc) na taxa de infusão de 15 mL/kg/h por 8 horas.
- Avaliar os efeitos clínicos da administração intravenosa de Ringer Lactato (RL IV) na taxa de infusão de 15 mL/kg/h por 8 horas.

1.2 Hipóteses

- O PD determinará desequilíbrios hidroeletrólíticos e ácido base significativos nos animais utilizados.
- Todos os tratamentos serão eficazes em reverter os efeitos clínicos do PD, sendo que algumas diferenças significativas serão demonstradas.
- Apesar de apresentarem diferenças em alguns dos parâmetros analisados, todos os tratamentos demonstrarão eficácia, havendo vantagens e limitações para cada um deles.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Equilíbrio hidroeletrólítico e ácido base em equinos

A água é essencial para todos os seres vivos. A água é considerada o principal nutriente já que possui diversas funções e propriedades fundamentais para a homeostase orgânica. Em um equino adulto aproximadamente 60% do seu peso corpóreo é água dividida em compartimentos distintos separados por membranas e que se relacionam de tal modo a manter equilibradas suas diferentes composições (FRAPE, 2008). Dessa água corporal dois terços se encontram no compartimento intracelular e o terço restante se divide no compartimento extracelular entre compartimentos intersticial, intravascular, além dos líquidos cavitários cefalorraquidiano, ocular, sinovial, pleural, peritoneal e a grande reserva intestinal intraluminal muito significativa na espécie equina (GEOR et al., 2013). A água pode mover-se livremente no organismo, difundindo-se do espaço intracelular para o espaço intersticial e para o plasma e vice-versa. Este movimento é controlado pela pressão osmótica e pela composição do fluido de cada compartimento (GARVEY, 1989).

A principal função dos eletrólitos distribuídos pelos diversos compartimentos corporais intracelulares, onde o potássio prevalece como principal cátion, e extracelulares, onde quem prevalece como principal cátion é o sódio, é a manutenção das forças osmóticas para a promoção do equilíbrio hídrico e de cargas elétricas entre esses diferentes meios. Além disso, para que seja mantida a homeostase é necessária a manutenção do equilíbrio ácido base através de diversos mecanismos bioquímicos, notadamente os sistemas de tamponamento, em conjunto com o papel fundamental da função renal. Dessa forma, toda homeostase do organismo, seja no compartimento intracelular, quanto dos meios extracelulares depende da manutenção dos equilíbrios hídrico, eletrolítico e ácido base (FIELDING e MAGDESIAN, 2015).

A composição eletrolítica dos fluidos intra e extracelular se diferencia radicalmente em relação à concentração dos diferentes cátions e ânions, sendo que o principal cátion intracelular é o K^+ , enquanto que no líquido extracelular o principal íon de carga positiva é o Na^+ . Em relação às cargas negativas, o principal ânion extracelular é o Cl^- e as principais cargas negativas intracelulares são o bicarbonato, íons fosfato e proteínas de carga negativa. Pelo princípio da eletroneutralidade a soma das cargas

elétricas intra e extracelulares deve ser igual (ALVES et al., 2008). A figura 1 demonstra a composição eletrolítica dos diferentes compartimentos corporais nos equinos (SCHOTT II, 2006):

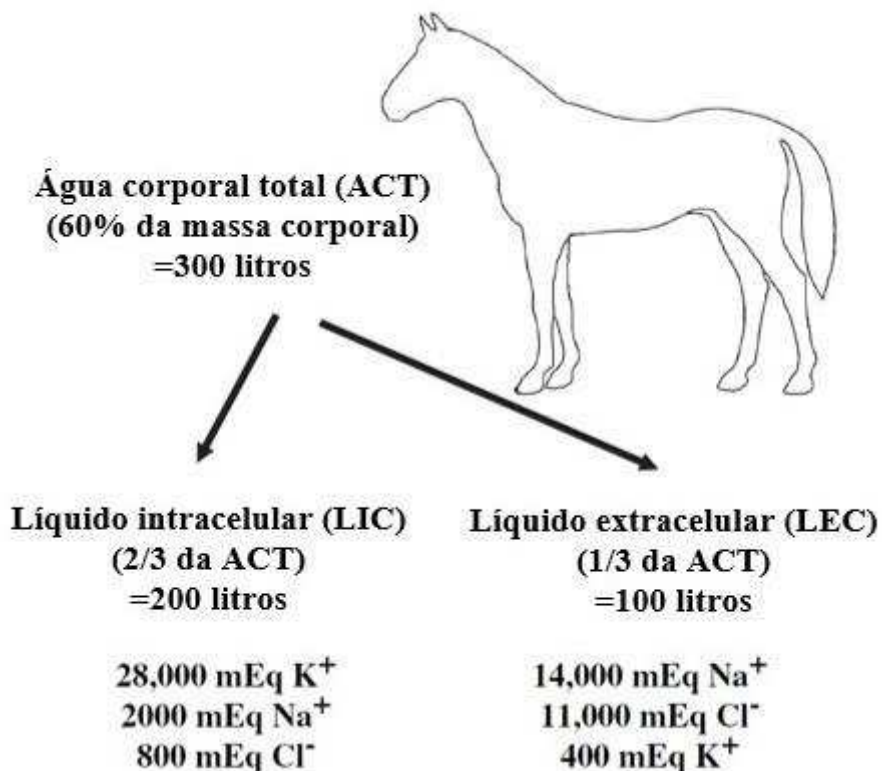


Figura 1: Distribuição e composição dos fluidos corporais (Adaptado de SCHOTT II, 2006).

Diversos mecanismos funcionam para manter o equilíbrio hídrico, eletrolítico e ácido base nos equinos. Destacam-se aí os sistemas digestório, urinário e endócrino. Além deles, sistemas específicos de tamponamento agem para manter o pH plasmático dentro de uma rígida e estreita faixa. Todos esses sistemas agem em conjunto e mantêm uma íntima relação entre si para que haja homeostase (FIELDING e MEGDESIAN, 2015), sendo que a principal via de fornecimento de água e eletrólitos advém do aparelho digestório e as perdas são através da urina, fezes, suor e respiração. Todos esses sistemas trabalham interligados para promover o equilíbrio repondo ou excretando aquilo que o animal perde ou ganha de água e eletrólitos.

O sistema digestório possui diversas funções que incidem sobre o equilíbrio hidroeletrólítico e ácido base. Sua função primordial é servir de porta de entrada para a água e os eletrólitos através da ingestão desses elementos e posterior absorção para o compartimento plasmático. Num cavalo adulto, a ingestão hídrica diária é de cerca de

50 a 65 mL/kg/dia. Podemos afirmar que o trato digestório de equinos é, juntamente com o aparato urinário e endócrino, o principal promotor da homeostase hídrica e eletrolítica nessa espécie, servindo como via fundamental fisiológica para a ingestão e absorção de água e eletrólitos, atuando como um importante reservatório de água e sais minerais do espaço extracelular que pode ser recrutado nas mais variadas situações, notadamente nos processos fisiopatológicos que cursam com desidratação e/ou hipovolemia, sendo que tal reserva hídroeletrolítica intestinal ainda possui papel fundamental no estímulo da motilidade intestinal, no carreamento aboral da ingesta, na manutenção da flora intestinal saudável, na digestão e absorção de nutrientes, além de atuar ainda nos processos inflamatórios e de defesa inatos e adaptativos contra agentes agressores do trato digestório (GEOR et al., 2013).

Outro aspecto fundamental do sistema digestório dos equinos que tem papel na promoção do equilíbrio hidroeletrolítico e ácido base é a formação do chamado ciclo êntero-sistêmico de água e eletrólitos, onde as porções iniciais do trato digestório possuem função predominantemente secretória do plasma para a luz intestinal e as porções finais do tubo intestinal promovem a reabsorção desses elementos em direção ao plasma, somando-se àquilo que o animal ingere normalmente, restando uma pequena porção excretada pelas fezes (WHITE II, 2006). O fluido secretado do plasma para a luz intestinal é considerado isotônico e contém sódio (Na^+), cloreto (Cl^-) e bicarbonato (HCO_3^-), sendo que a água segue o gradiente de Na^+ , sendo reabsorvida no ceco e cólon juntamente com os ácidos graxos voláteis. Esse processo contínuo de secreção e reabsorção de água e eletrólitos gera o ciclo êntero-sistêmico, onde a água é removida do compartimento plasmático extracelular sendo secretada nas porções proximais gastroentéricas com as funções primordiais de hidratação e tamponamento da ingesta para transporte até o ceco e cólon maior. Essa água, juntamente com os eletrólitos, retorna então para o compartimento plasmático, de modo que o volume que pode circular nesse ciclo em 24 horas é de uma vez e meia o volume plasmático total (GEOR et al., 2013).

Para que esse ciclo hídrico aconteça são necessários mecanismos de secreção e absorção de eletrólitos no microambiente dos diversos segmentos intestinais. De modo particular, o ceco e o cólon maior atuam fisiologicamente semelhantes aos pré-estômagos dos ruminantes contendo uma grande variedade de espécies de microrganismos, incluindo bactérias Gram positivas e negativas que convertem a celulose em ácidos graxos voláteis (butirato, propionato e acetato) que são absorvidos

ativamente num processo concomitante com a absorção de Na^+ e água (WHITE II, 2006).

A secreção de eletrólitos para a luz do trato gastroentérico possui mecanismos específicos em cada um dos seus segmentos. Na cavidade oral a principal via de secreção de água e eletrólitos é representada pela saliva que na espécie equina é constituída em 99% de água contendo mais cálcio (Ca^+) e Cl^- e menos Na^+ e HCO_3^- do que em ruminantes. Em repouso a saliva dos equinos é hipotônica em relação ao plasma, sendo que à medida que a secreção aumenta, há aumento das concentrações desses eletrólitos. Num cavalo adulto o volume de saliva secretado é de cerca de 35 a 40 litros por dia num pH alcalino entre 8,6 a 9,1, sendo sua maioria produzida na glândula parótida. Um dos principais estímulos para a produção de saliva é a mastigação, sendo que dietas ricas em fibras vegetais levam a uma maior produção. Uma vez que, praticamente não possui função digestória devido à sua reduzida concentração de enzimas, a principal função da saliva na espécie equina é a hidratação e lubrificação da ingesta ingerida, assim como o tamponamento da acidez das secreções gástricas (MERRIT e JULLIAND, 2013).

No estômago o principal produto secretado é o suco gástrico rico em ácido clorídrico (HCl) produzido pelas células parietais localizadas nas glândulas gástricas da mucosa fúndica. O controle dessa secreção envolve complexos processos de estímulo e inibição, sendo que o estímulo inicial fundamental é a do componente neural através da ativação pela acetilcolina vagal, além do estímulo hormonal primário representado pela gastrina que é produzida pelas células-G da mucosa pilórica. Tais estímulos passam pela via da histamina sobre os receptores H_2 , que também estimula a secreção ácida gástrica, havendo então um controle por retroalimentação negativa através da somatostatina estimulada pelo pH gástrico e a própria composição da ingesta. O HCl é secretado pelas células parietais das glândulas gástricas através de uma bomba adenosina trifosfato hidrogênio-potássio (H^+ , K^+ - ATPase). Uma particularidade em relação à secreção gástrica de HCl em equinos é que ela obedece um padrão basal de produção mesmo quando o estômago se encontra vazio, numa taxa de aproximadamente 200 $\mu\text{eq/kg/h}$ que se mistura às secreções oriundas da cavidade oral e do intestino delgado que surgem no estômago pelo refluxo fisiológico. Finalmente, outra fonte de secreção gástrica de eletrólitos é a produção de muco e HCO_3^- que servem como protetores da mucosa glandular do estômago (MAIR et al, 2002).

Uma quantidade bastante significativa de fluidos e outras substâncias são secretadas para a luz do intestino delgado dos equinos, sendo a maior parte oriunda do pâncreas e do fígado, na forma de bile, possuindo também uma taxa de liberação basal e constante. Tal quantidade de fluidos secretados para a luz do intestino delgado pode chegar de 20 a 25 litros por dia num equino adulto que se somam às secreções orais e gástricas, além daquilo ingerido pelo animal. Dentre as secreções do intestino delgado, o suco pancreático representa o principal tampão da acidez gástrica, além de suas funções digestivas, por apresentar quantidade significativa de HCO_3^- (cerca de 30 mEq/L) determinando um pH de 8 às secreções do intestino delgado. Em condições fisiológicas a secreção de eletrólitos para a luz do intestino delgado é ultrapassada pela absorção, o que acarreta num movimento de água que acompanha o soluto para o plasma. Dessa forma, no balanço final o volume secretado supera o absorvido pelo intestino delgado. Dentre os eletrólitos secretados pelo intestino delgado destacam-se o Cl^- e o HCO_3^- , sendo que a secreção desse último eletrólito se dá principalmente pelo suco pancreático para tamponamento da acidez vinda do estômago e no íleo para beneficiar o ambiente cecal (MERRIT e JULLIAND, 2013).

Assim como no intestino delgado, no ceco e no cólon também há uma atividade secretória de água e eletrólitos, principalmente Cl^- , oriundos das células das criptas intestinais desses segmentos. Existem pelo menos quatro sistemas centrais que controlam a secreção intestinal colônica, sendo eles o sistema endócrino, o sistema nervoso entérico, que fazem esse controle em condições fisiológicas. Já as toxinas bacterianas e o sistema imunológico, mediante o processo inflamatório, estimulam a secreção de água e eletrólitos no intestino grosso nas situações patológicas (REED et al. 2010).

O controle hormonal do transporte de eletrólitos nos segmentos do intestino grosso é exercido primariamente pelo eixo renina-angiotensina-aldosterona. O sistema nervoso entérico controla esse transporte por componentes distintos, tais como as vias simpáticas e parassimpáticas extrínsecas, os nervos e gânglios nervosos intrínsecos que secretam diversos neurotransmissores e células neuroendócrinas (linfócitos intraepiteliais) que residem no epitélio e exercem uma função parácrina para as células epiteliais. Porém, em condições normais a atividade de secreção de água e eletrólitos no intestino grosso é ultrapassada pelos efeitos osmóticos da absorção de nutrientes e a intensa atividade absorptiva desses segmentos (MERRIT e JULLIAND, 2013).

A mucosa intestinal funciona como uma barreira seletiva para a absorção de água e eletrólitos (LOPES et al., 2004), sendo que sua permeabilidade a esses elementos varia de acordo com o segmento entérico. Em relação à atividade de absorção de água e eletrólitos no trato digestório de equinos é possível afirmar que a maior parte da água e dos eletrólitos tem seus mecanismos de absorção sediados no ceco e no cólon. Tal condição é primordial para o estabelecimento do ciclo fisiológico êntero-sistêmico de água e eletrólitos. O cálcio é absorvido principalmente no intestino delgado, apesar de ser absorvido também nos segmentos posteriores do trato digestório, sendo que na espécie equina até 70% do cálcio ingerido é absorvido. Da mesma forma, a maior parte do fósforo inorgânico e do magnésio também é absorvida nos segmentos de duodeno e jejuno na espécie equina. Já a absorção de potássio é praticamente dividida entre o intestino delgado e os segmentos do intestino grosso (MAIR et al., 2012).

Sendo o principal cátion do meio extracelular e principal responsável pela osmolaridade desse fluido o Na^+ tem influência direta no equilíbrio hídrico. A ingestão de sódio na espécie equina é considerada normalmente baixa pelo tipo da sua dieta, sendo estimada entre 0,7 a 2,3 nmol/kg/dia, onde 75% dessa quantidade ingerida são absorvidos por transporte ativo no ceco, cólon maior e cólon menor, sendo essa absorção potencializada pela aldosterona. No cólon maior a absorção do Na^+ é eletronicamente neutra já que há a troca pelo H^+ que se liga então aos ácidos graxos voláteis. Já no cólon menor, a absorção do Na^+ é inteiramente eletrogênica, não relacionada com a absorção de ácidos graxos voláteis, servindo exclusivamente para a conservação da água e desse elemento, sendo que ambos os mecanismos são controlados pela aldosterona (SCHOTT II, 2006).

A regulação do equilíbrio do sódio no organismo se dá por diferentes meios tendo a sede principal nos rins que funcionam como os principais reguladores da excreção ou reabsorção do Na^+ para a manutenção dos seus níveis plasmáticos dentro da normalidade. A atividade renal em relação ao Na^+ é regulada por hormônios e peptídeos, tais como a angiotensina II, que aumenta a reabsorção renal de Na^+ , estimula a aldosterona e promove a constrição da arteríola renal eferente. A aldosterona aumenta a absorção de Na^+ no intestino e promove a sua reabsorção pelos túbulos distais. Por outro lado, o Peptídeo Natriurético Atrial (PNA) aumenta a excreção renal do Na^+ pelo aumento da taxa de filtração glomerular e pela inibição da sua reabsorção renal. Já as catecolaminas trabalham preservando o Na^+ por vários sistemas. Por fim, a uroguanilina

umenta a excreção do Na^+ diminuindo sua reabsorção renal (FIELDING e MAGDESIAN, 2015).

O K^+ é o principal cátion do meio intracelular sendo mantido nesse ambiente pelo constante trabalho das bombas de Na-K das membranas celulares. A quantidade de K^+ ingerida diariamente por um cavalo adulto varia de 30 a 50 mg/kg/dia o que representa valores muito acima das necessidades diárias para a espécie devido à dieta riquíssima nesse elemento, sendo que a urina representa a grande via de excreção desse excesso natural com a participação da excreção pelas as fezes e o suor durante o exercício. Já a absorção desse elemento se procede principalmente no intestino delgado por um processo de difusão passiva e no intestino grosso por um processo ativo estimulado pela aldosterona, sendo que até 95% do K^+ ingerido é absorvido pelo trato entérico (MERRIT e JULLIAND, 2013).

O Cl^- é o principal ânion do meio extracelular e está diretamente envolvido na manutenção da osmolaridade desse fluido corporal, além de participar ativamente do equilíbrio ácido base. Nos equinos a maior parte do Cl^- é fornecido na dieta em quantidades tão grandes como 3000 mmol/dia, sendo que a maior parte disso, cerca de 80%, é excretada via urina. O restante é excretado principalmente pelo suor que fisiologicamente se apresenta hipertônico em relação a esse elemento quando comparado ao plasma. O sistema gastroentérico e o sistema renal são os principais reguladores do Cl^- . No sistema digestório esse elemento pode ser absorvido por uma via de trocas eletrônicas neutras em conjunto com o Na^+ na maioria dos segmentos intestinais ou secretado junto aos líquidos digestivos. Nos rins, cerca de 99% do Cl^- filtrado pelo glomérulo é reabsorvido, sendo que sua excreção ou reabsorção normalmente é em conjunto com o Na^+ para a manutenção da eletroneutralidade (FIELDING e MAGDESIAN, 2015).

O Mg^{2+} é o segundo cátion mais abundante do compartimento intracelular. Sua absorção intestinal se dá por transporte ativo transcelular e por difusão passiva paracelular. No cavalo adulto, 25% do Mg ingerido é absorvido no intestino delgado proximal, 35% no intestino delgado distal, e apenas 5% no ceco e cólon maior. Os níveis dietéticos de manutenção para o Mg^{2+} estão em torno de 13 mg/kg/dia. O balanço do Mg no organismo se dá pela sua absorção intestinal dos sais de Mg^{2+} presentes na dieta, assim como sua excreção renal e fecal, além da utilização das reservas estruturais presentes principalmente no tecido ósseo que pode ser recrutado. A excreção do Mg^{2+} se dá basicamente pelos rins, fezes, suor e eventual lactação. Nos rins esse elemento tem

70% do seu conteúdo plasmático filtrado, sendo que desse total, 70 a 90% são reabsorvidos, sendo o restante excretado na urina. Não há mecanismos hormonais diretamente ligados ao balanço do Mg^{2+} corporal, porém o hormônio paratireoide, além da vasopressina, insulina, aldosterona e sinais adrenérgicos promovem a reabsorção e manutenção dos níveis desse eletrólito na circulação (REED et al., 2010).

A absorção intestinal do cálcio (Ca^{2+}) se dá principalmente na porção proximal do intestino delgado por mecanismos passivos e paracelulares, dependente da concentração na ingesta, além da absorção ativa transcelular regulada pelos hormônios PTH e calcitonina, além da vitamina D. As principais vias de excreção do cálcio são as fezes, suor, leite e a urina. Porém, na espécie equina, a excreção urinária do cálcio toma uma importância ainda maior, já que por ingerir e absorver grandes quantidades desse elemento o sistema renal tem que ser capaz de excretar todo o excesso numa taxa de excreção fracionada de 5 a 10% conferindo aspecto macroscópico próprio à urina dos cavalos (MERRIT e JULLIAND, 2013).

Em relação ao fósforo (P) é possível afirmar que ele faz parte da maior parte das secreções proximais do intestino delgado, sendo que a absorção pré-cecal de P é normalmente suplantada pela secreção e tal balanço depende diretamente da relação entre volumoso e concentrado na dieta. Dessa forma fica evidenciado o papel do intestino grosso na absorção desse elemento, sendo esse equilíbrio relacionado diretamente pela quantidade e tipo molecular ingerido. A regulação do P está diretamente ligada à regulação hormonal do Ca^{2+} que trabalha no sentido de manter uma proporção de 2:1 desses elementos no plasma (GEOR et al., 2013).

Nos segmentos do ceco e do cólon maior há intensa atividade de absorção de líquidos e eletrólitos, assim como de outras substâncias como os ácidos graxos voláteis. É o ceco que recebe todo volume de líquidos e eletrólitos secretados desde a cavidade oral, pelo estômago e intestino delgado, somados ao que o animal ingere na forma de água bebida e aquela presente nos alimentos, tirando-se daí uma pequena porção absorvida pelo intestino delgado, de modo que diariamente chegam ao ceco num cavalo adulto de porte médio mais de uma centena de litros de uma “sopa” bem diluída composta do material seco ingerido, mastigado e processado pelo estômago e intestino delgado incorporado ao grande volume de água ingerida e as secreções dessas porções proximais do trato digestório descritas anteriormente. Esse material riquíssimo em água e eletrólitos sofrerá no ceco um processo de reabsorção sendo repassado ao cólon maior já com uma nova composição, de forma que aquele material bastante diluído que

adentra o ceco chegará ao cólon maior com uma proporção menor de água em relação às fibras vegetais, mesmo que ainda seja um conteúdo bastante liquefeito e que sofrerá no cólon maior a continuação do processo de reabsorção de água e eletrólitos até que chegue ao cólon menor para a formação final do bolo fecal com umidade bem menor do que aquela bombeada pela válvula íleo-cecal. É necessária a compreensão dessa importante atividade de absorção de água e eletrólitos do ceco e do cólon maior que reabastece com grandes volumes o espaço vascular na manutenção da volemia e de todo o equilíbrio hídrico, eletrolítico e ácido base do organismo, servindo ainda de reservatório vital do líquido extracelular que pode ser recrutado e utilizado em diversas situações fisiológicas ou até mesmo em condições patológicas (WHITE II, 2006).

A absorção de água e eletrólitos no ceco e cólon maior dos equinos é um processo concomitante com a absorção de nutrientes, principalmente os ácidos graxos voláteis. Juntamente com a absorção de ácidos graxos voláteis no intestino grosso há também a absorção de Na^+ e Cl^- do lúmen para o plasma. Esses precursores energéticos primordiais só podem ser absorvidos pela mucosa cecal e dos cólons mediante sua ligação com íons H^+ . Dessa forma os ácidos graxos são absorvidos de forma ativa através de um canal monocarboxilato/ H^+ da membrana luminal. Esse fenômeno ativa a absorção de Na^+ e de Cl^- em troca de H^+ e HCO_3^- respectivamente para a luz intestinal. Esse H^+ vai se ligar a mais moléculas de ácidos graxos voláteis que assim podem cruzar a membrana mucosa apical por difusão não-iônica. Dessa forma, o transporte de ácidos graxos voláteis do lúmen intestinal através das células da mucosa do cólon se dá juntamente com a absorção de NaCl e a secreção de HCO_3^- , sendo que a água acompanha a absorção de ácidos graxos voláteis (MERRIT e JULLIAND, 2013).

Finalmente, para dimensionar o ciclo êntero-sistêmico de secreção e absorção de água e eletrólitos entre os compartimentos plasmáticos e enterais podemos colocar em números os volumes envolvidos, sendo que as porções proximais do trato digestório secretam um volume de cerca de 136 litros diariamente do plasma para o intestino num cavalo de porte médio e o ceco é responsável por reabsorver 92 litros desse volume, o cólon maior reabsorvendo 24 litros, o cólon menor 12 litros, restando assim 8 litros expelidos nas fezes (WHITE II, 2006).

Trabalhando em comunhão com esse ciclo há a atividade motora intestinal. Essa atividade é imprescindível para que o equilíbrio entre secreção e absorção de água e eletrólitos entre o plasma e a luz intestinal ocorra, já que é pela motilidade intestinal que o conteúdo presente no tubo digestivo é impulsionado no sentido aboral pela motilidade

propulsiva, misturado e reaproveitado pela motilidade segmentar e retrógrada, de modo a permitir que a ingesta imersa nas secreções seja transportada fisiologicamente por todo trato digestório e passe pelo processo de reabsorção de água e eletrólitos no intestino grosso para que então possa haver finalmente a formação do bolo fecal. O tempo total de trânsito da ingesta na espécie equina varia de 35 a 50 horas, sendo que a taxa de passagem varia de acordo com o segmento de tal modo que 85% é gasto no intestino grosso. Dessa forma, podemos constatar a grande importância do bom funcionamento do trato digestório nessa espécie para a promoção e manutenção do equilíbrio hídrico, eletrolítico e ácido base (KONEIG e COTE, 2006).

O principal responsável pelo equilíbrio da água corporal é a vasopressina, ou hormônio antidiurético (ADH). Esse hormônio é secretado no hipotálamo em resposta ao aumento da osmolaridade intracelular, diminuição da pressão ou do volume plasmático. Esse hormônio exerce suas funções de preservação da volemia e da pressão arterial principalmente mediante sua atividade nos túbulos coletores renais. Outros sistemas hormonais que se somam à atividade da vasopressina para a estabilização e manutenção do estado volêmico e hemodinâmico são o sistema renina-angiotensina-aldosterona, além do sistema simpático/adrenérgico (MERRIT e JULLIAND, 2013).

O equilíbrio hidroeletrólítico incide diretamente no equilíbrio ácido base. Todo metabolismo orgânico de água e eletrólitos determina alterações no equilíbrio ácido base, de modo que se há desequilíbrios de água e eletrólitos, certamente haverá desequilíbrio ácido base como consequência (ALVES et al., 2008).

Para a manutenção do equilíbrio ácido base há o envolvimento de sistemas-tampão que trabalham no sentido de manter o pH sanguíneo em estreita faixa de normalidade, já que pequenas alterações podem determinar comprometimento de importantes sistemas orgânicos, desnaturação de proteínas e colapso de sistemas endócrinos (FIELDING e MAGDESIAN, 2015). Existem basicamente três sistemas tampão que regulam a concentração sanguínea de íons H^+ . O primeiro e mais imediato é sistema-tampão dos líquidos corporais que se combinam imediatamente com ácido ou base para evitar alterações excessivas no pH sanguíneo. Em seguida há o sistema-tampão respiratório, que regula a remoção de CO_2 , e conseqüentemente de bicarbonato, do líquido extracelular. Finalmente há o sistema renal, mais eficiente e tardio, que pode excretar tanto urina ácida como alcalina, reajustando a concentração de H^+ no líquido extracelular para níveis normais durante casos de acidose ou alcalose (FURONI et al., 2010).

Dessa forma, é possível afirmar que o equilíbrio entre a absorção de água e eletrólitos, assim como a excreção desses elementos determinam, aliados aos sistemas orgânicos tampões, o perfil hidroeletrólítico e ácido base em um equino.

2.2 Desequilíbrios hidroeletrólíticos e ácido base em equinos

A desidratação é definida como o desequilíbrio entre o consumo e a perda de fluidos corporais, onde as perdas de líquidos excedem o seu consumo. É necessário ter em mente que a desidratação mesmo sendo relacionada à fração hídrica de um desequilíbrio na homeostase, invariavelmente é acompanhada de alterações nos equilíbrios eletrólítico e ácido base (DiBARTOLA, 2006). Nos equinos as alterações hídricas, eletrólíticas e ácido base, tais como as diferentes apresentações clínicas da desidratação, usualmente aparecem associadas ao exercício físico extenuante, privação hídrica ou importantes doenças e/ou síndromes como diarreia, cólica, peritonite, choque endotoxêmico, duodenojejunitis proximal, insuficiência renal, entre outros (ALVES et al., 2008).

A desidratação pode ser classificada de acordo com o tipo de fluido perdido pelo organismo e a tonicidade dos fluidos corporais remanescentes nesses processos. Quando o paciente perde mais água do que eletrólitos há o desenvolvimento de uma desidratação hipertônica uma vez que os líquidos corporais que permanecem no organismo tem sua tonicidade aumentada. Já no caso de perda de fluidos com a mesma tonicidade do líquido extracelular há uma desidratação isotônica, sem estímulo osmótico para troca de fluidos entre os compartimentos corporais. Por outro lado, quando a perda de eletrólitos é maior que a de fluidos, ou quando há utilização excessiva de soluções hipotônicas na correção de algum desequilíbrio hídrico, ocorre uma desidratação hipotônica (DiBARTOLA, 2006).

Uma das situações mais comuns que afetam os equinos e que determina desequilíbrios hídricos, eletrólíticos e ácido base é a restrição hídrica, que pode ocorrer em animais submetidos ao exercício, ao transporte prolongado (DIAS et al. 2013), além de condições ambientais e de manejo desfavoráveis que restrinjam o acesso desses animais à água em quantidade e qualidade necessárias. Classicamente a restrição hídrica é incriminada no desenvolvimento de desidratação hipertônica, hemoconcentração, acidose metabólica e alterações no perfil eletrólítico, além de ser um fator importante

para o desenvolvimento de compactações de segmentos intestinais em equinos, principalmente do cólon maior (LOPES et al., 1999).

A utilização do fármaco diurético furosemida pode contribuir para o desenvolvimento de desidratação associado ao jejum em diferentes protocolos experimentais que objetivaram estudar os efeitos de diferentes tratamentos hidroeletrólíticos em equinos (RIBEIRO FILHO e ALVES, 2002) (AVANZA et al., 2009) (SILVEIRA et al., 2014). De acordo com Bertone e Horspool (2004) esse fármaco pode acarretar em desidratação e hipovolemia em equinos por induzir aumento da micção dependente da dose. Seu mecanismo de ação baseia-se na ligação competitiva num co-transportador da superfície luminal na porção ascendente da alça de Henle, inibindo assim a reabsorção renal dos íons sódio, potássio e cloreto. Dessa forma, a diurese produzida pela furosemida resulta em aumento da excreção urinária desses elementos, além do cálcio e do magnésio. Sendo assim, esse fármaco é capaz de induzir respostas dos marcadores laboratoriais de volemia, tais como o VG e a PPT, tendo seu efeito máximo cerca de 30 minutos após a administração intravenosa. Nesse mesmo tempo, há ainda depleção dos níveis séricos de alguns eletrólitos. Porém, apesar das perdas eletrolíticas substanciais induzidas pela furosemida, há a reposição desses elementos para o compartimento vascular em cerca de 24 horas após a administração do fármaco por mecanismos endócrinos que levam ao aumento da reabsorção renal e da absorção intestinal da reserva entérica.

Dentre os desequilíbrios eletrolíticos mais importantes para a espécie equina estão aqueles relacionados aos principais eletrólitos nos fluidos corporais, tais como o sódio e o potássio pelo lado dos cátions, e o cloreto como principal ânion.

Em relação ao sódio a mais importante alteração é a hiponatremia que pode decorrer devido quadros diarreicos, refluxo gastroentérico ou ainda como produto de iatrogenia pela administração de soluções pobres em sódio, assim como a hipernatremia está associada à administração de soluções eletrolíticas ricas nesse elemento, além da desidratação hipertônica por restrição hídrica (ALVES et al., 2008). A principal consequência clínica da hiponatremia é entrada de água para o compartimento intracelular, notadamente do sistema nervoso, ocasionando quadros neurológicos (FIELDING e MAGDESIAN, 2015). A associação entre hipovolemia e hiponatremia muitas vezes é fatal e exige intervenção imediata (RIBEIRO FILHO, 2009).

Para o potássio é necessário lembrar que esse elemento se encontra em sua grande maioria no meio intracelular, e que por essa razão, seus valores séricos não

refletem sua real condição corporal. A hipocalemia está associada às perdas de potássio por anorexia, jejum, refluxo gastroentérico e diarreia, sendo que a associação de hipocalemia e acidose reflete prognóstico desfavorável (ALVES et al., 2008). Os sinais clínicos da hipocalemia em equinos muitas vezes são discretos, podendo variar do “flutter” diafragmático sincrônico até sinais neurológicos graves, tais como convulsões (FIELDING e MAGSEDIAN, 2015). Já a hipercalemia é considerada rara em equinos, uma vez que os mecanismos orgânicos de controle mantêm esses teores em estreita faixa, exceto em casos de falha renal e acidose intensa (ALVES et al., 2008).

A hipercloremia, assim como a hipocloremia são as alterações sanguíneas relativas ao ânion cloreto. O aumento do cloreto sérico em equinos é mais raro e está associado à disfunções renais na excreção de cloreto e na iatrogenia pela administração de soluções ricas nesse elemento, tais como a solução salina a 0,9% de NaCl e o Ringer Lactato (FIELDING e MAGSEDIAN, 2015). Mais comum é a ocorrência de hipocloremia pela perda pela sudorese durante exercícios prolongados, assim como pelas perdas nos casos de refluxo gastroentérico (ALVES et al., 2008). Os teores sanguíneos de cloreto incidem diretamente sobre o equilíbrio ácido base, onde a acidose hiperclorêmica represente uma ocorrência comum (FIELDING e MAGSEDIAN, 2015).

Já para o cálcio, há a ocorrência mais comum de hipocalcemia por perdas determinadas principalmente por processos gastrointestinais, anorexia e restrição alimentar (ALVES et al., 2008). Os sinais clínicos da hipocalcemia incluem depressão, tremores musculares, arritmias cardíacas e atonia intestinal (FIELDING e MAGSEDIAN, 2015).

Em relação aos desequilíbrios ácido base, há duas abordagens clinicamente utilizadas. Uma tradicional que leva em conta os componentes metabólicos e respiratórios, mas que peca em demonstrar todos os mecanismos orgânicos envolvidos, e outra abordagem alternativa que determina de forma mais precisa a fisiopatogenia dos desequilíbrios ácido base (CONSTABLE, 1997). Na abordagem tradicional são reconhecidas 4 situações clínicas, onde o pH sanguíneo é a variável dependente, sendo o PCO_2 , como componente respiratório, e o Bicarbonato, como componente metabólico, as variáveis independentes (FURONI et al., 2010). Complementando essa abordagem há a aferição do Excesso de Base (EB), que marca a reserva alcalina do paciente e o cálculo do Ânion Gap (AG) que é útil para o entendimento dos processos fisiopatológicos envolvidos. Essas 4 situações clínicas são a acidose respiratória ou metabólica, e a alcalose respiratória e metabólica (CONSTABLE, 2014).

Em equinos destaca-se a ocorrência de alcalose metabólica pelas perdas de cloreto através da sudorese (ALVES et al., 2008) e também pela indução experimental de desidratação com o uso da furosemida (FREESTONE et al., 1989). Porém, a situação clínica mais comum na espécie equina é a acidose metabólica, seja por desidratação, hipovolemia, endotoxemia ou sepse (ALVES et al., 2008).

2.3 Avaliação clínica do equino acometido por desequilíbrio hidroeletrólítico e ácido base

A correção da desidratação e a manutenção do estado hídrico adequado são fundamentais na recuperação dos desequilíbrios determinados no curso dessas enfermidades, assim como para minimizar os efeitos adversos advindos do uso de medicações rotineiramente utilizadas. Porém, nem sempre são muito evidentes as situações onde o paciente necessita de reposição hídrica e nem qual é a melhor via de administração (SCHOTT II, 2006).

A avaliação clínica da desidratação em equinos passa pelo exame físico, além de exames laboratoriais de rotina e metodologias mais avançadas que ainda se restringem à pesquisa. Dentre os parâmetros clínicos obtidos no exame físico utilizados para essa avaliação destacam-se o peso corporal (P), a frequência cardíaca (FC), frequência respiratória (FR), temperatura retal (T), o tempo de preenchimento capilar (TPC), a motilidade intestinal avaliada pela auscultação abdominal (MI), o contorno abdominal (CA) e o grau de umidade das fezes (UF). (ALVES et al., 2008) (GOMES e RIBEIRO FILHO, 2012). Ainda no exame físico, alterações no turgor cutâneo, no tempo de preenchimento capilar, no preenchimento do globo ocular na órbita, além de taquicardia, ressecamento de mucosas aparentes e letargia podem ser notados em equinos desidratados (SCHOTT II, 2006).

Mais objetivamente, os exames laboratoriais auxiliam na determinação do grau de desidratação do paciente equino. O Volume Globular (VG) juntamente com as Proteínas Plasmáticas Totais (PPTs) são os parâmetros laboratoriais mais utilizados para determinar o grau de desidratação. Porém, essas técnicas não são sensíveis o suficiente para detectar desidratações com déficits hídricos inferiores aos 5% do volume plasmático, sendo que entre 5 e 8% a desidratação é considerada leve, entre 8 e 10% moderada e entre 10 e 12% é considerada grave, sendo que raramente um equino

chegar a demonstrar desidratação de 15% (SCOTH II, 2006). A figura 2 demonstra os diferentes graus de desidratação e suas correlações clínicas em equinos segundo Alves et al. (2008).

Porcentagem de Desidratação	Prega de pele (s)	Membranas Mucosas	TPC (s)	FC (bpm)	Outros
5%	1 – 3	Ligeiramente aderente	< 2	Normal	↓ Débito urinário
8%	3 – 5	Aderente	2 – 3	40 – 60	↓ Pressão arterial
10 – 12%	> 5	Seca	> 4	≥ 60	↓ Distensibilidade jugular; olhos fundos

TPC = Tempo de preenchimento capilar; FC = Frequência cardíaca.

Figura 2: Graus de desidratação e suas correlações clínicas (ALVES et al., 2008).

Outro parâmetro laboratorial importante na avaliação da desidratação em equinos é o Lactato Plasmático, uma vez que essa substância é formada durante quadros de diminuição da perfusão tecidual e favorecimento da respiração celular anaeróbica (FIELDING e MAGDESIAN, 2015), sendo que valores superiores a 1,2 nmol/L sugerem déficit de oxigenação, hipovolemia e necessidade de reposição hídrica (ALVES et al., 2008). Além disso, equinos desidratados tendem a apresentar oligúria e aumento da densidade específica da urina (LINDIGER, 2014).

Ainda em relação aos parâmetros laboratoriais podem ser incluídos o perfil eletrolítico incluindo os valores sanguíneos de sódio, cloreto, potássio, magnésio, cálcio ionizado, fósforo, glicose, lactato, uréia, creatinina, além da hemogasometria que inclui o pH, pO₂, pCO₂, ctO₂, cHCO₃, cBase, sO₂, Ânion Gap e diferença de íons fortes (DIF), uma vez que a hemogasometria e a mensuração de eletrólitos são exames laboratoriais importantes para caracterização e avaliação da intensidade dos desequilíbrios hidroeletrólíticos e ácido base (RIBEIRO FILHO et al., 2007). De acordo com os princípios de eletroneutralidade dos fluidos corporais é possível entender que os desequilíbrios hídricos e eletrolíticos determinam desequilíbrio ácido base. Parâmetros como o pH sanguíneo, PCO₂, Anion Gap, concentração de Base e Diferença de Íons Fortes fornecidos e/ou calculados pela hemogasometria auxiliam na determinação dos

desequilíbrios ácido base nesses pacientes, orientando a necessidade específica de reposição hídrica e eletrolítica para a correção dessas condições (ALVES et al., 2008).

Ainda podem ser realizados para tal avaliação os parâmetros obtidos na avaliação da urina, tais como volume, pH, densidade específica, glicose, sódio, potássio, cloreto, cálcio, magnésio, ureia e creatinina, já que a execução desses exames é necessária nos estudos experimentais com hidratação para demonstrar os efeitos de soluções eletrolíticas sobre a homeostase dos animais (FARIAS et al., 2011).

Técnicas mais sensíveis para determinação da desidratação e da volemia atualmente têm sido descritas na literatura especializada. A Pressão Venosa Central (PVC) pela utilização de um cateter com manômetro inserido até a artéria pulmonar e o átrio direito do coração é utilizada como parâmetro mais criterioso na avaliação da desidratação, hipovolemia e função cardiovascular em equinos (WILSTERMAN et al., 2009).

A Impedância Bioelétrica ou Bioimpedância é uma técnica avançada e não invasiva para a avaliação da constituição dos diversos compartimentos corporais que se baseia na passagem de correntes elétricas de baixa intensidade e alta frequência pelo organismo. Por meio dessa técnica é possível avaliar com sensibilidade o estado hídrico de um animal mediante a mensuração objetiva de parâmetros como a Água Corporal Total, Volume Plasmático, além dos Volumes do Líquido Extracelular e Intracelular. Tal técnica já foi validada para equinos (LATMAN et al., 2011), porém sua utilização ainda está restrita a centros especializados de pesquisa, uma vez que apesar de ser considerada uma metodologia bastante promissora para utilização na rotina clínica de equinos a campo, ela ainda carece de validação de diferentes aparelhos e da sua utilização em diferentes raças, tamanhos, estágio de desenvolvimento, prenhez e em estados de doença que determinam desequilíbrios hídricos (LINDIGER, 2014).

Para a avaliação clínica dos desequilíbrios ácido base, os parâmetros do exame físico são insuficientes (ALVES et al., 2008), de modo que os parâmetros laboratoriais da hemogasometria e o cálculo de variáveis baseadas nos valores do perfil eletrolítico sérico são necessárias. Nesse sentido, há duas abordagens para a interpretação dos parâmetros clínicos relacionados aos desequilíbrios ácido base, sendo uma considerada mais tradicional, baseada na teoria de Henderson-Hasselbalch, e outra abordagem mais atual baseada na teoria de Stewart (CONSTABLE, 2014).

Dessa forma, podemos reconhecer pela abordagem tradicional 4 condições clínicas de desequilíbrios ácido base, sendo elas a acidose e alcalose metabólicas,

relacionadas com o equilíbrio hidroeletrólítico, além das condições de acidose e alcalose respiratórias. Nessa abordagem tradicional dos desequilíbrios ácido base, há ainda a aferição da concentração de Base (cBase) e do Anion Gap (AG), que servem para auxiliar a interpretação dos desequilíbrios (FURONI et al., 2010). Porém, a abordagem tradicional não consegue explicar todas as condições de desequilíbrios ácido base, sendo, portanto, necessária a abordagem alternativa de Sterwart (ALVES et al., 2008) que calcula a Diferença de Íons Fortes (DIF), entre outros parâmetros que auxiliam no entendimento dos desequilíbrios ácido base.

Tais parâmetros do equilíbrio ácido base são obtidos tanto na execução da hemogasometria, quanto pelos cálculos obtidos a partir dos valores obtidos no perfil eletrolítico sérico do paciente, sendo que atualmente o mais recomendado para o monitoramento clínico é a união da compreensão dos desequilíbrios hidroeletrólíticos e ácido base, tanto pela abordagem tradicional, quanto com o entendimento da abordagem que leva em conta o princípio da eletroneutralidade para a melhor compreensão em conjunto dos desequilíbrios hidroeletrólíticos e ácido base (FURONI et al., 2010) (CONSTABLE, 2014), e assim, obter melhor parâmetros para a elaboração de uma estratégia terapêutica hidroeletrólítica eficaz e segura em equinos (ALVES et al., 2008);

2.4 Terapia hidroeletrólítica em equinos

A ocorrência de distúrbios no equilíbrio hidroeletrólítico e ácido base é comum na rotina da clínica veterinária nas diferentes espécies, tanto em carnívoros domésticos, ruminantes e equídeos (RIBEIRO FILHO, 2009). Da mesma forma, essas alterações são encontradas com muita frequência na rotina da Medicina Humana (FREITAS, 2013). Sendo assim, a terapia hidroeletrólítica, ou Hidratação, onde água e eletrólitos, juntamente ou não com fontes de energia, são administrados ao paciente é considerada uma das mais importantes, se não a mais importante modalidade terapêutica entre todas (RIBEIRO FILHO, 2009), já que ela é fundamental na correção das desidratações associadas às perdas eletrolíticas, assim como atua diretamente na promoção da homeostase, melhorando assim os prognósticos e as taxas de sobrevivência de pacientes enfermos.

O objetivo da administração de soluções eletrolíticas para um paciente equino enfermo é a correção dos desequilíbrios hídricos, eletrolíticos e ácido base nos diferentes compartimentos de líquidos corporais. Num primeiro momento é atingida a correção da hipovolemia, ou seja, da diminuição do volume do compartimento intravascular que é alcançada em cerca de 6 a 12 horas de hidratação terapêutica de reposição (SCHOTT II, 2006). Porém, a função da terapia hídrica não termina aí, pois para a devida correção da desidratação e dos desequilíbrios eletrolíticos e ácido base é preciso que os fluidos e eletrólitos administrados sejam absorvidos e transportados para corrigirem os desequilíbrios presentes nos componentes intersticiais, mas principalmente do líquido intracelular. Para que esse objetivo seja alcançado a terapia hídrica deverá ser mantida por pelo menos 24 a 48 horas após a correção dos processos fisiopatológicos primários que determinaram tais desequilíbrios, sendo necessário para tanto o constante monitoramento clínico do paciente com parâmetros do exame físico e de exames laboratoriais (FIELDING e MAGDESIAN, 2015). Podemos, dessa forma, admitir a grande importância da água e dos eletrólitos como nutrientes e agentes terapêuticos na espécie equina.

Historicamente, a Hidratação como modalidade terapêutica estabeleceu seus conceitos na Medicina Humana, principalmente de profissionais da Pediatria, que já sugeriam nas décadas de 1940 e 1950 que soluções orais contendo sódio, cloreto, potássio e glicose poderiam ser utilizadas na correção das alterações hidroeletrolíticas em crianças com diarreia (FREITAS, 2013). Na medicina veterinária, a reposição hidroeletrolítica é uma terapia importante no tratamento de inúmeras enfermidades que levam à desidratação, alterações na concentração dos eletrólitos e no equilíbrio ácido base (CONSTABLE, 2014).

Na rotina da clínica de equinos a correção dos distúrbios hídricos, eletrolíticos e ácido base é comumente realizada pela administração de soluções eletrolíticas por via enteral ou intravenosa (RIBEIRO FILHO et al., 2007), sendo que tradicionalmente a mais utilizada para esse fim é a via intravenosa (LOPES et al., 2004). No estabelecimento de um plano de reposição hídrica para fins de cálculo do volume total a ser repostado em 24 horas é preciso ser levado em consideração o déficit hídrico atual do paciente, ou seja, o grau de desidratação estimado do paciente para o cálculo do volume de reposição a ser administrado nas primeiras 6 a 8 horas da terapia hídrica. Além disso, o volume de manutenção diária de 40 a 60 ml/kg deve ser acrescido. Caso haja perdas hídricas e eletrolíticas adicionais por sudorese, diarreia e/ou refluxo entero-gástrico tal

volume precisa ser estimado e incluído no volume total a ser administrado (ALVES et al., 2008), sendo que entre as modalidades de administração de soluções hidroeletrólíticas disponíveis destaca-se a Hidratação por via Parenteral Intravenosa (IV), pois ela possibilitaria uma rápida administração de grandes volumes de soluções sendo assim indicada para pacientes críticos com desequilíbrios hídricos, eletrólíticos e ácido base de maior gravidade.

A solução cristalóide de Ringer Lactato (RL) é considerada dentre as opções disponíveis no mercado aquela que tem o menor potencial de agravar distúrbios eletrólíticos e ácido base em equinos, uma vez que essa solução é a que apresenta composição mais semelhante ao plasma dessa espécie, apesar de ser levemente hiperclorêmica (FIELDING e MAGDESIAN, 2015) sendo então utilizada largamente na rotina da medicina equina como solução para reposição e manutenção hidroeletrólítica pela via IV.

Para a administração IV se faz necessária a adoção de procedimentos rigorosos de assepsia e o uso de materiais estéreis como as soluções cristalóides comerciais, além de equipamentos e cateteres específicos para que não haja a possibilidade de contaminantes terem acesso à corrente sanguínea do animal, o que determinaria complicações graves. Além disso, a punção venosa sem a adoção dos devidos critérios de assepsia possibilita o surgimento de tromboflebites, com todos seus agravantes, sendo esse fator uma das maiores complicações do uso da via intravenosa para a administração de fluidos em equinos (DEARO e REICHMANN, 2001).

Somado a isso, deve ser levado em conta que a administração de soluções IV em pacientes equinos possui custo elevado (LOPES et al., 2004), pois não são raras as situações em que o volume necessário a ser administrado associado aos valores de mercado dos materiais e soluções utilizadas torna muitas vezes o custo final do tratamento inacessível (RIBEIRO FILHO, 2009). Outro fator limitante importante para o uso da via IV para fins de correção de desequilíbrios hídricos, eletrólíticos e ácido base em equinos é a impossibilidade de se administrar soluções estéreis com formulação ajustada para cada paciente levando em conta as suas necessidades individuais determinadas através dos critérios clínicos e laboratoriais, uma vez que há no mercado apenas algumas poucas formulações de soluções cristalóides disponíveis, sendo que nenhuma delas é específica para a espécie equina (ALVES et al., 2008). Outro fato a ser considerado é a maior possibilidade de ocorrência de desequilíbrios eletrólíticos, e

consequentemente ácido base, iatrogênicos na utilização da via IV para terapias hidroeletrólíticas em equinos (LOPES et al., 2004).

Dessa forma, novas alternativas de terapias hidroeletrólíticas precisam ser mais bem entendidas. Atualmente, a hidratação por via enteral se apresenta como modalidade com potencial importante de eficácia e segurança na espécie equina.

2.5 Hidratação enteral em equinos

Dentre as modalidades de terapias hidroeletrólíticas disponíveis para os equinos destaca-se a utilização de soluções cristalóides comerciais por via intravenosa (IV). Tal fato se deve pelo largo emprego dessas soluções ao longo dos anos, juntamente com o resultado de pesquisas, o que consagrou essa terapia na comunidade veterinária ao redor do planeta, ainda que ela possua limitações e contraindicações importantes (LOPES et al., 2004). As justificativas para essa ampla utilização da via intravenosa vão desde sua aparente praticidade, até a impressão de que essa via determina uma terapia com resultados mais rápidos, eficazes e seguros frente a outros tipos de hidratação nessa espécie (LOPES, 2015).

Porém, uma visão científica mais atual que vem sendo construída ao longo dos últimos anos tem trazido novas informações sobre alternativas de terapia hidroeletrólítica para equinos com resultados promissores de eficácia, segurança e economia. Nesse aspecto destaca-se a Hidratação Enteral (HET), notadamente aquela realizada em fluxo contínuo. Por conta das diversas limitações da terapia IV a Hidratação Enteral por sonda nasoesofágica de fino calibre em fluxo contínuo (HETfc) tem sido investigada como alternativa de terapia hidroeletrólítica para equinos, uma vez que essa modalidade possui uma série de vantagens em comparação com a via intravenosa, principalmente em relação à sua eficácia e a possibilidade de se fazer uma terapia mais específica para cada paciente, além do baixo custo (RIBEIRO FILHO, 2009). Outra característica das terapias HET é que, por serem administradas na luz do trato digestório, as substâncias hidroeletrólíticas para serem absorvidas em direção ao compartimento vascular passam pela barreira mucosa intestinal que é naturalmente seletiva, possibilitando que as necessidades dos pacientes sejam sanadas de forma mais específica, além de diminuir a possibilidade de indução iatrogênica de desequilíbrios (LOPES et al., 2004).

A HET pode ser instituída nos equinos por meio da via nasogástrica, com soluções preparadas para repor a necessidade individual do paciente, podendo ser considerada, atualmente, a opção de eleição em razão de sua eficácia, praticidade e principalmente pelo custo reduzido, tornando-se um importante recurso terapêutico na medicina equina (FARIAS et al., 2011).

Além disso, a HET pode ser indicada como a terapia de eleição para as compactações simples de cólon maior em equinos, uma vez que a mesma apresenta efeito laxativo, procinético sobre a motilidade intestinal e aumenta a umidade das fezes (LOPES et al., 1999) (LOPES et al., 2004).

Outra importante vantagem da HET é o menor estresse determinado por essa modalidade terapêutica sobre o animal tratado (RIBEIRO FILHO, 2009). Ainda que tenha sido demonstrado que em cavalos com compactação de cólon maior experimentalmente induzida, tanto a hidratação por via IV quanto a HET terem sido eficientes na redução dos valores de cortisol sérico associados ao estresse (RIBEIRO FILHO et al., 2011), em outro estudo os valores de cortisol sérico em equinos submetidos à HET foram menores em comparação com os animais submetidos à IV (GOMES et al., 2014a), sendo tal diferença atribuída ao menor estresse determinado pela HET, uma vez que nessa modalidade de reposição hídrica e eletrolítica é possível o animal permanecer solto na baia enquanto é hidratado.

Porém, existem também limitações importantes para a indicação da HET em equinos enfermos. Uma das principais limitações é a necessidade da integridade física e funcional do trato respiratório e digestório superior para que a sondagem nasogástrica seja possível. Outro fator limitante importante é a contraindicação da HET em equinos com distúrbios gastrintestinais que apresentem refluxo gastroduodenal, tais como os portadores de Duodenojejunité Proximal ou em animais em decúbito (RIBEIRO FILHO et al, 2007).

Na correção dos distúrbios hídricos, eletrolíticos e ácido base diferentes formulações de repositores hidroeletrolíticos são empregadas, sendo que cada uma determina respostas fisiológicas diferentes que podem ser mensuradas pelas avaliações clínicas e laboratoriais dos animais submetidos a esses tratamentos. A escolha criteriosa da solução adequada para cada tipo de desordem é uma conduta importante e, se feita de forma inapropriada, pode agravar o quadro clínico do animal. Por esse motivo, quando se desenvolve uma solução eletrolítica é imprescindível avaliar e quantificar sua ação, buscando-se caracterizar os efeitos desejáveis e os adversos, sendo que dentre os grupos

de soluções empregadas para o tratamento dos desequilíbrios hídricos, eletrolíticos e ácido base estão as soluções isotônicas e hipotônicas em relação ao plasma, sendo que cada uma delas pode determinar respostas divergentes mais ou menos significativas nos parâmetros avaliados. Portanto, cada uma é mais eficiente e clinicamente indicada de acordo com o desequilíbrio hídrico, eletrolítico e ácido base apresentado pelo paciente. Os estudos sobre a HET em equinos além de avaliar a sua viabilidade e as suas vantagens como via de administração de repositores hidroeletrólíticos, visam também determinar quais são as formulações mais adequadas (RIBEIRO FILHO, 2009).

De acordo com Ribeiro Filho et al. (2014), as soluções enterais hipotônicas associadas à fontes de energia são as que possuem melhor potencial para a HET em equinos, uma vez que a utilização desse tipo de solução eletrolítica promoveu maior absorção de água, sem no entanto causar hiponatremia e diminuição da osmolaridade sérica, possivelmente pelo fato de que esse tipo de solução eletrolítica favorece a absorção intestinal de água e eletrólitos, principalmente se associadas à fontes de energia que maximizam essa absorção, tal como a glicose.

Nesse sentido, a utilização de duas soluções eletrolíticas hipotônicas associadas à maltodextrina ou dextrose foram mais eficazes na expansão do volume plasmático, na promoção da motilidade intestinal e na diminuição da densidade da urina sem causar efeitos adversos quando foram comparadas a uma solução isotônica. Tal fato demonstra que as soluções hipotônicas pela via HET podem ser indicadas com segurança na manutenção hídrica de equinos (RIBEIRO FILHO et al., 2015).

Corroborando tal afirmação, Ribeiro Filho et al. (2017), estudando o efeito de soluções eletrolíticas hipotônicas com diferentes fontes de energia, tais como a maltodextrina, dextrose e sacarose, administradas pela via HETfc como soluções de manutenção em equinos, consideraram que tais soluções na taxa de infusão de 15mL/kg/h durante 12 horas de hidratação foram efetivas na promoção da diurese e na diminuição da densidade urinária sem a promoção de efeitos adversos, sendo que a solução contendo sacarose foi a mais efetiva no amolecimento das fezes.

Pode-se afirmar, portanto, que a HETfc é uma alternativa viável, segura, eficaz e econômica de terapia hidroeletrólítica em equinos, já sendo adotada como terapia de primeira escolha em alguns centros de referência, uma vez que diversos estudos comprovam as vantagens e a eficácia da HET na reposição da volemia, na manutenção do perfil eletrolítico e ácido base, assim como na promoção da hidratação das fezes.

2.6 Hidratação enteral versus hidratação intravenosa em equinos

A administração de soluções eletrolíticas estéreis por via intravenosa em equinos é o método padrão de terapia hidroeletrólítica recomendado na literatura (LOPES et al., 2004). Entretanto, este tratamento possui um custo elevado, principalmente em ruminantes e equinos, pois, normalmente, é necessário administrar um grande volume de fluidos para restabelecer a homeostase (LOPES, 2002) (RIBEIRO FILHO et al., 2011). Outra desvantagem do uso da hidratação intravenosa está relacionada com a administração, pois as infusões são prolongadas, necessitando de constante vigilância, contenção apropriada do paciente e ainda estão sujeitas a eventuais complicações como a manutenção do cateter no acesso venoso, além de hemorragias e flebites (RIBEIRO FILHO et al., 2009).

Ainda que já tenham sido demonstradas as diversas vantagens e a eficácia da HET como modalidade de reposição hidroeletrólítica, o tratamento pela infusão IV de soluções cristaloides permanece sendo considerado de maior eficácia para a promoção do equilíbrio hidroeletrólítico e ácido base em equinos (FIELDING e MAGDESIAN, 2015), uma vez que a solução eletrolítica empregada é administrada diretamente no espaço vascular sendo então imediatamente distribuído para os tecidos (WILKES & HUGHES, 2013), enquanto que na HET a água e os eletrólitos administrados na luz do trato gastrointestinal precisam ser absorvidos dentro dos limites fisiológicos e da condição funcional específica intestinal do paciente (RIBEIRO FILHO, 2009). Porém, em estudos comparativos, a HET tem demonstrado suas características positivas frente à hidratação IV em diversos modelos e delineamentos experimentais.

Para estudar os efeitos sobre a hidratação das fezes e da ingesta contida no cólon dorsal direito de quatro equinos fistulados, entre outros parâmetros, Lopes et al. (2002) administraram numa taxa de 10 litros por hora, durante seis horas, num delineamento 4 x 2, uma solução enteral contendo 5,27 g de NaCl, 0,37 g de KCl, e 3,78 de HCO_3^- e a solução de RL por via IV associada ao laxante sulfato de magnésio (1g/kg via oral). Uma vez que a média de peso dos animais foi de 497,96 kg, a taxa de infusão dos tratamentos foi de cerca de 20 mL/kg/h. Dois animais demonstraram desconforto abdominal ao final da terapia enteral. Tal fato pôde ser determinado uma vez que a taxa de infusão administrada foi elevada e os animais não foram submetidos a jejum hídrico e alimentar, estando, porém, com o trato digestório já normalmente repleto. Por outro lado, ambos os tratamentos foram capazes de induzir micção, diminuição da densidade

urinária, do volume globular, do magnésio plasmático e aumento do peso corporal. Porém, a terapia intravenosa associada ao laxante promoveu hipocalcemia, fato atribuído à desativação do eixo renina-angiotensina-aldosterona e a maior liberação do Peptídeo Natriurético Atrial que estimula a diurese e a excreção de eletrólitos, além de diminuir a absorção de sódio em nível intestinal e maior diminuição das proteínas plasmáticas totais pelo aumento do volume plasmático. Já a terapia enteral levou a um aumento da distensão abdominal mais pronunciado e maior hidratação das fezes e da ingesta colhida no cólon dorsal direito. Diante disso, os autores concluíram que a terapia enteral foi mais eficiente em promover a hidratação das fezes sem, no entanto, causar efeitos adversos sistêmicos mais pronunciados.

Vinte equinos foram submetidos à indução experimental de compactação de cólon maior e a três tratamentos diferentes pela solução de RL intravenoso, associada ou não ao laxante sene por via oral, em diferentes taxas de infusão, além de uma solução poliônica enteral (RIBEIRO FILHO et al., 2007). Nesse estudo a terapia mais efetiva para resolução dos desequilíbrios ácido base avaliados na hemogasometria foi a intravenosa com solução RL numa taxa de infusão de 16 ml/kg/h por 12 horas. Porém, os autores consideraram que a infusão de 10 mL/kg/h da solução intravenosa RL associada ao sene, assim como a solução poliônica enteral em bólus numa taxa de 8 mL/kg/h também foram eficazes em menor grau.

Utilizando o cortisol sérico como marcador de estresse em cavalos submetidos à indução experimental de compactação de cólon maior, Ribeiro Filho et al. (2011) demonstraram que tanto a terapia hidroeletrólítica enteral quanto a intravenosa foram capazes de resolver a compactação, e da mesma forma reduziram os níveis de cortisol sérico nesses animais, demonstrando assim a eficiência equivalente dessas duas modalidades terapêuticas. Por outro lado, noutro estudo comparando diferentes terapias hidroeletrólíticas intravenosas e enterais, Gomes et al. (2014a) demonstram, através dos níveis de cortisol sérico, que animais submetidos à terapia hídrica enteral foram submetidos a menos estresse quando comparados àqueles tratados com soluções intravenosas, o que seria uma vantagem da terapia enteral sob os aspectos de bem estar animal.

Com o objetivo de investigar a ação da hidratação enteral, da hidratação intravenosa e da sene associada à hidratação intravenosa no tratamento da compactação do cólon maior induzida experimentalmente, quinze equinos foram divididos em três grupos de cinco para receberem os diferentes tratamentos (RIBEIRO FILHO et al.,

2012). Um grupo recebeu solução isotônica poliônica enteral (8 ml/kg durante 48 horas). Outro grupo foi tratado com sene (20 mg/kg em duas doses de 24/24 h) associado à solução RL por via intravenosa (10 mL/kg/h por 12 h durante dois dias) e ao último grupo foi administrado a solução RL por via intravenosa pura (16 ml/kg/h por 12 horas durante dois dias). Segundo os autores, o tratamento enteral ocasionou maior amolecimento das fezes e desfez a compactação em menor tempo. Entretanto, foi observada hipomotilidade intestinal mais prolongada. O tratamento com sene associado ao RL intravenosos normalizou mais rapidamente a motilidade intestinal, porém o tempo necessário para desfazer a compactação foi maior. Além disso, ocasionou o maior aumento na distensão abdominal e no grau da dor, assim como a menor capacidade para reverter a desidratação. O tratamento do grupo RL intravenoso também debelou a compactação, porém foi mais rápido em resolver a hipomotilidade intestinal, sendo, contudo, o tratamento que menos amoleceu as fezes. Concluiu-se que os ambos os tratamentos RL intravenoso e enteral foram os mais eficientes na terapia da compactação induzida no cólon maior, em equinos.

Lester et al. (2013) estudaram os efeitos sobre marcadores sistêmicos, renais e colônicos de diferentes taxas de infusão contínua da solução poliônica isotônica (Normosol-R[®]) por via intravenosa (50, 100 e 150 mL/kg/24 h) comparando com os efeitos do tratamento enteral com água potável sem adição de eletrólitos nas mesmas taxas de infusão divididas em 4 bólus nas 24 horas sobre os mesmos marcadores em equinos hígdos submetidos à restrição hídrica, num delineamento 6 X 6. Os resultados desse estudo demonstraram que apesar de ter sido eficaz em reverter os efeitos da restrição hídrica, o efeito do tratamento com solução poliônica intravenoso foi o mesmo nas diferentes taxas de infusão, ou seja, o aumento da taxa de infusão não demonstrou vantagens sobre a hidratação das fezes, mas levou ao aumento da diurese e das perdas de sódio pela urina. Dessa forma os autores concluíram que a terapia enteral é tão eficaz quanto à intravenosa, sem, no entanto, determinar alterações sistêmicas tão pronunciadas.

Sendo assim, de acordo com Lopes et al. (2004) não faz sentido a terapia hidroeletrólítica intravenosa ser adotada como primeira opção em equinos, sendo que a mesma deveria ser reservada para situações onde há necessidade de rápida reposição e expansão plasmática, onde a terapia por via enteral sozinha não seria suficiente, e quando a terapia por via HET for impossível de ser aplicada, seja por motivos

anatômicos, tais como obstruções ou estenoses esofágicas, ou houver contraindicações como as descritas por Ribeiro Filho (2009).

Mesmo diante dos estudos apresentados a hidratação IV permanece sendo a via de administração de soluções eletrolíticas considerada mais rápida e eficaz para a correção de distúrbios hídricos, eletrolíticos e ácido base em equinos (LOPES, 2015). Por outro lado, é preciso considerar que até o presente momento, mesmo com a publicação de diversos estudos comparativos entre a HET e a terapia hídrica IV, não há estudo controlado que compare o efeito de diferentes formulações de hidratação HETfc com a infusão IV de RL num delineamento experimental com a administração simultânea em tempo real e mesma taxa de infusão dessas terapias nessa espécie.

3. MATERIAL E MÉTODOS

A realização deste estudo experimental 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) sob a responsabilidade do Professor José Dantas Ribeiro Filho, CRMV-MG 5316. O presente delineamento experimental foi submetido ao comitê de ética do Departamento de Veterinária da Universidade Federal de Viçosa tendo sido aprovado sob o protocolo 05/2016.

3.1 Locais de realização

As atividades de campo dos ciclos experimentais, assim como as análises do exame físico e de exames laboratoriais imediatas foram realizadas nas dependências do Esquadrão de Polícia Montada da Polícia Militar da Bahia (Esqd.P.Mont. – PMBA) no período de janeiro a março de 2017. As análises hematológicas e bioquímicas das amostras de sangue, plasma, soro e urina foram realizadas no Laboratório de Patologia Clínica da Faculdade de Medicina Veterinária da União Metropolitana de Educação e Cultura (UNIME – Lauro de Freitas – BA) e no Laboratório de Hematologia e Bioquímica Clínica do Hospital de Medicina Veterinária da EMEVZ – UFBA (HOSPMEV – EMEVZ – UFBA). A avaliação do grau de umidade das fezes foi realizada no Laboratório de Nutrição Animal da Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia da UFBA (LANA – EMEVZ – UFBA). Para a realização das análises de osmolaridade sérica, assim como de sódio e potássio urinários, as amostras foram remetidas para o Laboratório de Pesquisa em Medicina Interna Veterinária do Departamento de Veterinária da UFV (LPPCV – DVT – UFV).

3.2 Animais

Foram utilizados seis equinos adultos, fêmeas, com idades entre 10 e 15 anos, da raça Brasileiro de Hipismo (BH) pertencentes ao plantel do Esqd.P.Mont. – PMBA. Os animais selecionados não possuíam em seu histórico clínico quaisquer ocorrências por pelo menos um ano e foram submetidos à avaliação clínica prévia que incluiu exame físico e exames laboratoriais de função hepática e função renal que atestaram o estado de saúde dos mesmos.

3.3 Instalações e manejo geral dos animais

Os animais utilizados permaneceram em sistema de manejo padrão de rotina do Esqd.P.Mont. – PMBA, em baias individuais, com a alimentação no cocho a base de feno de capim Tifton (*Cynodon sp.*), concentrado comercial (1 a 2% do peso corporal dividido em 3 refeições), além de água e suplemento mineral *ad libitum*. Todos os animais estavam com o protocolo sanitário profilático de acordo com a rotina do Esqd.P.Mont. – PMBA, incluindo controle de helmintoses gastrointestinais, controle de ectoparasitas, além de vacinação contra raiva, tétano, encefalomielite equina e influenza equina.

3.4 Preparo dos animais durante o experimento

O estudo foi conduzido em seis ciclos experimentais semanais que se iniciavam às 20 horas da quinta-feira, quando três dos animais selecionados eram separados, de acordo com o delineamento experimental, e tinha início o Protocolo Experimental de Indução de Desidratação (PD) constituído de 36 horas de jejum hídrico e alimentar e duas aplicações de 1 mg/kg via IV do diurético furosemida. Imediatamente no início do PD era realizada a primeira aplicação de furosemida, sendo esse considerado o tempo menos 36 (T -36) do ciclo experimental. Doze horas depois do início do PD, às 8 horas da manhã da sexta-feira, os animais incluídos no ciclo experimental recebiam a segunda administração de furosemida e permaneciam no jejum total até às 8 horas da manhã do sábado, quando eram iniciados simultaneamente os três tratamentos em cada um dos animais pertencentes ao ciclo experimental de acordo com o delineamento proposto, sendo esse considerado o Tempo Zero (T0) dos ciclos experimentais.

Cerca de duas horas antes de iniciado os tratamentos as éguas eram preparadas mediante a sondagem nasoesofágica com sonda uretral de equinos Provar[®] de 7 milímetros de diâmetro e 150 centímetros de comprimento ou cateterização da veia jugular com cateter BD[®] intravenoso calibre 14, dependendo do tratamento ao qual seria submetida no presente ciclo experimental. Além disso, as éguas foram submetidas ao preparo da cauda, higienização da vulva e períneo e sondagem uretral com sonda de Foley Rusch[®] calibre 24 de duas vias e acoplagem da mesma à bolsa coletora de urina (Descarpak[®]) com 2000 ml de capacidade, como demonstra a figura 3.

Após esse preparo cada animal era conduzido para locais distintos para receber seus tratamentos, sendo que aqueles que recebiam os tratamentos HETfc permaneciam em suas baias conectados aos sistemas de hidratação (figura 4) e aquele que seria submetido ao tratamento IV com RL permanecia contido em tronco apropriado (figura 5). O sistema de administração das soluções HETfc consistiu de um recipiente de 20 litros adaptado acoplado a um equipo em espiral conectado à sonda uretral utilizada por via nasoesofágica fixada ao cabresto do animal (figuras 6 e 7).

Precisamente às 8 horas da manhã de sábado era dado início aos tratamentos simultaneamente, permanecendo até às 16 horas quando o experimento era suspenso, as sondas retiradas e os animais soltos para se alimentarem livremente.



Figura 3: Bolsa coletora de urina acoplada à sonda de Foley inserida na uretra

3.5 Tratamentos

Os tratamentos aos quais os animais foram submetidos foram:

- Tratamento SeHIPO: 15 mL/kg/hora de uma solução eletrolítica enteral hipotônica (HIPO) por via nasoesofágica em fluxo contínuo (HETfc) por 8 horas consecutivas.

- Tratamento SeISO: 15 mL/kg/hora de uma solução eletrolítica isotônica (ISSO) por via nasoesofágica em fluxo contínuo (HETfc) por 8 horas consecutivas.

- Tratamento RL IV: 15 mL/kg/hora de solução Ringer Lactato por via intravenosa (RL IV) por 8 horas consecutivas.

A tabela 1 demonstra as composições das soluções eletrolíticas dos tratamentos por via HETfc foram as seguintes (por litro de solução):

Tabela 1: Composição (/L) das soluções eletrolíticas administradas por via HETfc

Componentes	Solução eletrolítica enteral hipotônica	Solução eletrolítica enteral isotônica
Cloreto de Sódio (NaCl)	4g	5g
Cloreto de Potássio (KCl)	0,5g	0,5g
Acetato de Cálcio (C ₄ H ₆ O ₄ Ca)	1g	1g
Cloreto de Magnésio (MgCl ₂)	0,2g	0,2g
Dextrose (C ₆ H ₁₂ O ₆)	-	10g
Maltodextrina (C _{6n} H _(10n+2) O _(5n+1))	5 g	-
Osmolaridade	190 mOsm/L	280 mOsm/L

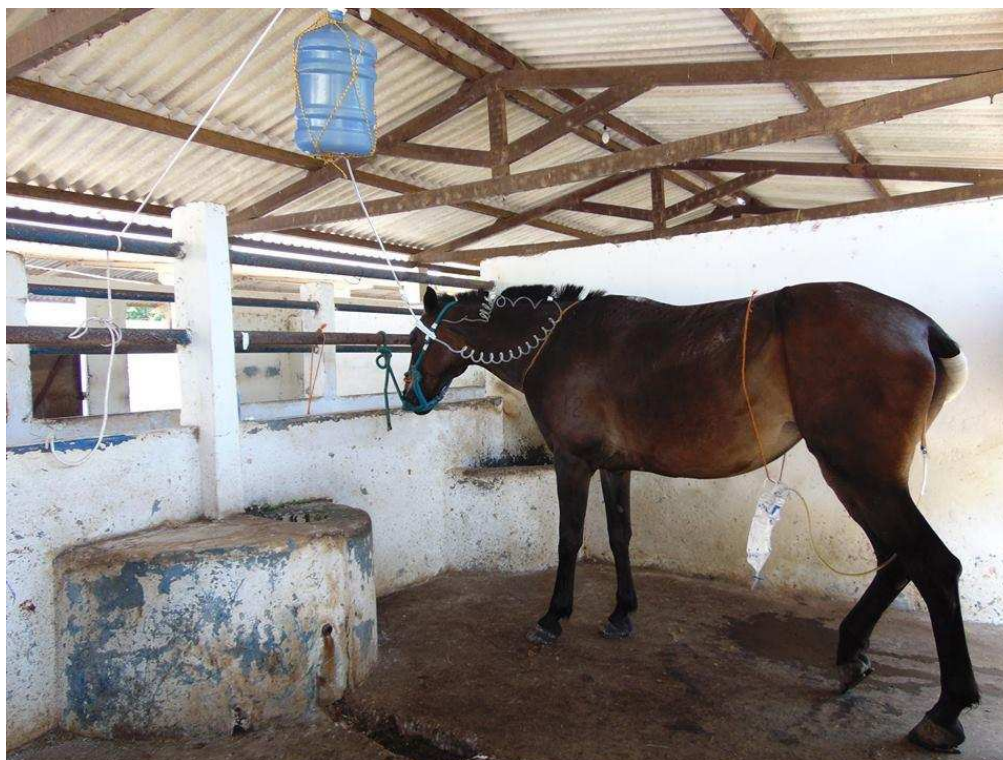


Figura 4: Animal sendo submetido a um dos tratamentos HETfc

A composição da solução comercial de Ringer Lactato (Fresenius Kabi®) utilizada foi a seguinte:

Cloreto de sódio (NaCl)	6,0 mg
Cloreto de potássio (KCl)	0,27 – 0,4 mg
Cloreto de cálcio di-hidratado (CaCl ₂ .2H ₂ O)	0,18 - 0,29 mg
Lactato de sódio (C ₃ H ₅ O ₃ Na)	2,3 – 3,3 mg
Água para injeção q.s.p.	1 mL

Conteúdo Eletrolítico:

Sódio	117,39 – 139,13 mEq/L
Potássio	3,63 – 5,62 mEq/L
Cálcio	2,45 – 3,94 mEq/L
Cloreto	103,8 - 118,47 mEq/L
Lactato	25,55 – 31,11 mEq/L
Osmolaridade	273 mOsmol/L
pH	6,0 - 7,5



Figura 5: Animal sendo submetido ao tratamento RL

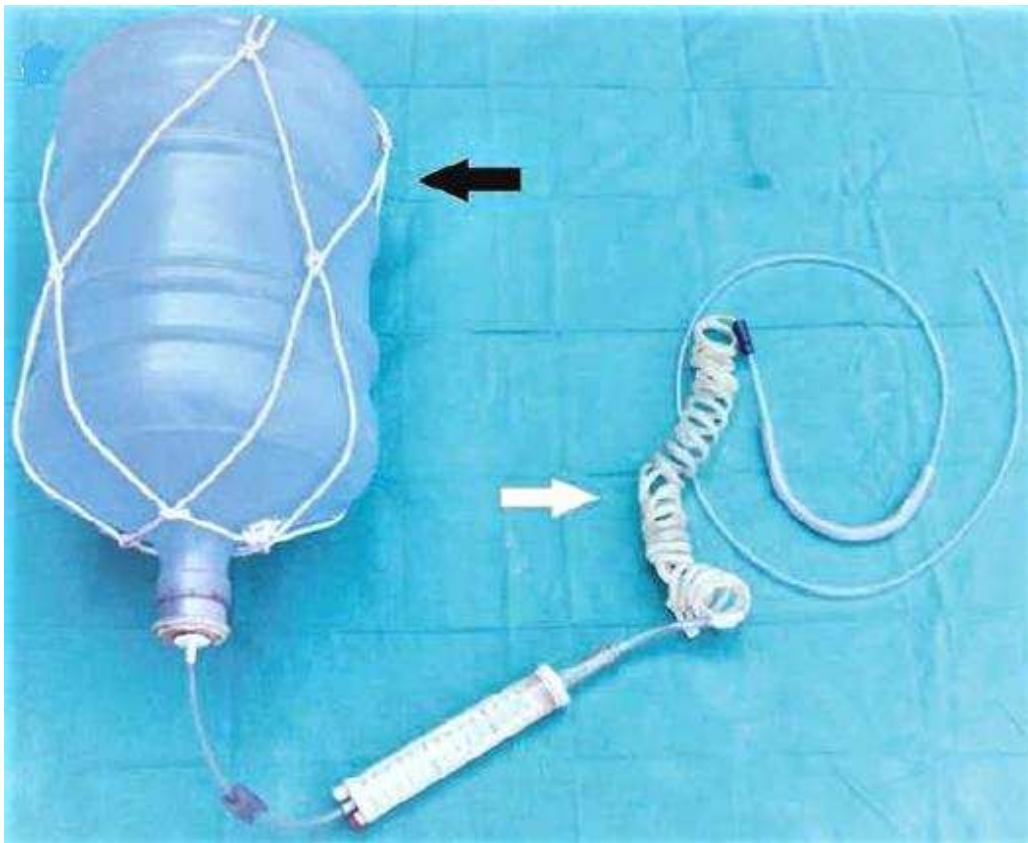


Figura 6: Sistema de hidratação HETfc (RIBEIRO FILHO, 2009)



Figura 7: Detalhe de um dos animais com o sistema de hidratação HETfc

3.6 Delineamento *crossover*

O delineamento experimental utilizado foi o do tipo *crossover* 6 X 3, onde cada um dos 6 animais foi submetido em sistema de rodízio a cada um dos 3 tratamentos (NOBRE & SINGERM 2007) de acordo com a tabela 2. Para eliminar a possibilidade desses efeitos residuais cada ciclo experimental teve pelo menos uma semana de intervalo, o que deu para cada animal pelo menos duas semanas de período “*wash-out*” (FIELD e MILES, 2010).

Tabela 2: Delineamento experimental *crossover* 6 X 3

Ciclo	Solução eletrolítica enteral hipotônica	Solução eletrolítica enteral isotônica	Soro Ringer Lactato IV
1°	Animal 1	Animal 2	Animal 3
2°	Animal 4	Animal 5	Animal 6
3°	Animal 3	Animal 1	Animal 2
4°	Animal 6	Animal 4	Animal 5
5°	Animal 2	Animal 3	Animal 1
6°	Animal 5	Animal 6	Animal 4

3.7 Tempos das avaliações clínicas do exame físico e coletas de amostras para exames laboratoriais

As avaliações de exame físico e os exames laboratoriais imediatos, assim como a coleta de amostras para os demais exames laboratoriais, foram realizados nos seguintes tempos: T-36h (imediatamente antes do início do PD), T0h (imediatamente após o término do PD e imediatamente antes do início dos tratamentos), T2h, T4h, T6h e T8h (duas, quatro, seis e oito horas após o início dos tratamentos).

3.8 Avaliação clínica

3.8.1 Exame Físico.

As avaliações dos parâmetros clínicos obtidos no exame físico seguiram as técnicas semiológicas de rotina adotadas em equinos (SPEIRS, 1997).

- Temperatura retal: mensurada em graus Celcius (°C) por meio de termômetro clínico, aplicado por três minutos.

- Frequência cardíaca: aferida pela contagem dos batimentos cardíacos por minuto, por auscultação cardíaca na região entre o 4° e 5° espaços intercostais esquerdos, utilizando-se estetoscópio.

- Frequência respiratória: avaliada pela inspeção dos movimentos respiratórios durante um minuto.

- Tempo de preenchimento capilar: obtido em segundos, observando-se o enchimento total da mucosa gengival, imediatamente após a mesma receber uma pressão digital.

- Peso corporal: mensurado por fita métrica de pesagem própria para equinos.

- Motilidade intestinal: realizado com estetoscópio nos quadrantes superiores e inferiores do abdômen, observando-se a intensidade e frequência dos ruídos, durante três minutos por quadrante. Classificadas em: atonia (0); hipomotilidade (1); normomotilidade (2); hiperomotilidade (3).

- Contorno abdominal: medido pela utilização de fita métrica ajustada ao ventre do animal em ponto delimitado no décimo sexto espaço intercostal.

3.8.2 Avaliações laboratoriais

- Volume Globular, Proteínas Plasmáticas Totais e Porcentagem de Volume Plasmático: Para essas análises as amostras de sangue foram obtidas por venopunção jugular, utilizando agulha e frascos Vacutainer BD[®] com anticoagulante (EDTA). Foi utilizada a técnica de micro-hematócrito para confirmação do VG mediante a utilização da microcentrífuga hematológica Microhemato 2410 Fanem[®]. Para determinação das Proteínas Plasmáticas Totais o plasma foi submetido à refratometria no Refratômetro – modelo 8494 (JAIN, 1993). A porcentagem de Volume Plasmático foi calculada pela seguinte fórmula:

$$\% \text{ Volume Plasmático (VP)} = [(PP1/PP2) - 1] 100$$

Onde PP1 é a Proteína Plasmática inicial no T-36 e PP2 é a Proteína Plasmática de cada tempo experimental subjacente (BOYD, 1981).

- Exames bioquímicos séricos e plasmáticos: A realização dessas análises laboratoriais foi dividida em dois momentos. Para a obtenção dos valores plasmáticos de Sódio, Potássio e Cálcio Ionizado foram coletadas amostras de 2 mL de sangue por venopunção jugular com agulha e seringa heparinizada BD[®] que foram submetidas, cerca de 1 minuto após a coleta, à análise no aparelho i-STAT Abbot[®] (figura 8) com a utilização do cartucho CG8+ (código 03P88-25) simultaneamente à realização da hemogasometria. Para as demais análises bioquímicas sanguíneas a coleta foi realizada por venopunção jugular, utilizando agulha e frascos Vacutainer BD[®] com fluoreto de sódio para obtenção de plasma e em frascos Vacutainer BD[®] siliconizados sem anticoagulante para obtenção do soro. As alíquotas de plasma, assim como as alíquotas de soro foram mantidas congeladas a -20°C até o momento das análises laboratoriais. As determinações séricas de cloreto, uréia e creatinina foram realizadas por metodologia colorimétrica enzimática (KANEKO et al., 2008) mediante a utilização de reagentes bioquímicos BioClean[®] e do aparelho Bioplus Bio 2000[®]. Neste mesmo aparelho de leitura bioquímica pela metodologia colorimétrica enzimática foram determinados a glicose e o lactato nas amostras de plasma com fluoreto de sódio.

- Osmolaridade Sérica: A osmolaridade sérica foi determinada no aparelho Advanced Micro-Osmometer Model 3320[®] pertencente ao LPPCV - DVT – UFV.

- Hemogasometria: Para a realização dessa análise foram coletadas amostras de 2 ml de sangue por venopunção jugular com agulha e seringa heparinizada BD[®] que foram imediatamente submetidas à análise no aparelho i-STAT Abbot[®] (figura 8) com a utilização do cartucho CG8+ (código 03P88-25) para a obtenção das seguintes variáveis: pH, pCO₂, HCO₃⁻ e cBase. O Ânion Gap (AG) foi calculado pela equação: $AG = ([Na]^+ + [K]^+) - ([Cl] + [HCO_3^-])$. Da mesma forma foi calculada a diferença de íons fortes (DIF) pela equação: $DIF = ([Na]^+ + [K]^+) - [Cl]$ como descrito por DiBartola (2006).

- Urinálise: Alíquotas de urina foram coletadas em recipientes próprios identificados (figura 9) em cada tempo experimental e imediatamente remetidas para análise laboratorial inicialmente por meio do exame macrosscópico (WALTON, 2013). Pela utilização do Refratômetro – modelo 8494 foi determinada a densidade da urina e com uma fita reagente foi determinado o pH e glicose urinários. Posteriormente foi realizada a avaliação urinária do cloreto, cálcio, magnésio, glicose, ureia e creatinina pela análise bioquímica (KANEKO et al., 2008) com a utilização dos reagentes BioClean[®] em alíquotas de urina processadas e congeladas a -20°C. Já a determinação do sódio e do potássio urinários foi realizada por fotometria de chama (LAJUNEN, 2007) no Fotômetro de Chama – B462 – Micronal[®]. A avaliação do volume urinário foi realizada pela mensuração do volume de urina recolhido em bolsa coletora graduada conectada à sonda de Foley Rusch[®] de duas vias calibre 24, devidamente posicionada na transição entre a vesícula urinária e a uretra dos animais, a cada tempo experimental a partir do T0 até o T8 como descrito por Ribeiro Filho et al. (2015).

- Avaliação das fezes: As fezes foram coletadas manualmente na ampola retal dos animais e analisadas para a determinação da umidade nas dependências do LANA – EMEVZ – UFBA seguindo metodologia descrita por Avanza (2007). As amostras de fezes coletadas nos mesmos tempos de avaliação clínica e laboratorial foram pesadas, colocadas em bandejas de alumínio e inseridas em estufa (modelo Olidef CZ[®]) a 60°C para a desidratação, tendo sido pesadas diariamente até que não houvesse mais alteração no seu peso. A umidade das fezes foi calculada pela fórmula:

$$\text{Umidade (\%)} = [(\text{peso a fresco} - \text{peso seco}) / \text{peso a fresco}] \times 100.$$



Figura 8: Aparelho i-Stat Abbot®



Figura 9: Amostra de urina

4. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os resultados foram analisados por meio do programa estatístico SPSS 13.0. As variáveis quantitativas foram submetidas aos testes de Normalidade (Shapiro-wilk) e Homocedasticidade (Cochran) e constatado que os pressupostos para o uso da ANOVA foram atendidos. Caso a distribuição da variável fosse normal e a homocedasticidade fosse comprovada, foi utilizada análise de variância baseada em planejamento de medidas repetidas para avaliação do efeito dos tratamentos, ou seja, cada tratamento nos diversos vários tempos. Foi analisada também a influência do tempo e a interação entre o tratamento e o tempo. Quando na análise houve efeito significativo para um ou mais fatores, foi utilizado o teste de Tukey (FILED & MILES, 2010). O teste de Tukey foi utilizado para comparar todo e qualquer contraste entre duas médias de tratamentos (PIMENTEL-GOMES, 2009).

Todas as análises foram interpretadas considerando o nível de significância de 5%. Caso a normalidade não fosse comprovada, as diferenças entre tratamentos em um mesmo período, foram avaliadas pelo teste de Kruskal–Wallis e as diferenças dentro de tratamento nos diferentes tempos pelo teste de Friedman.

5. CAPÍTULOS

CAPÍTULO 1

AVALIAÇÃO DOS EFEITOS DE SOLUÇÕES ELETROLÍTICAS ENTERAIS COM DIFERENTES OSMOLARIDADES E DO RINGER LACTATO EM EQUINOS DESIDRATADOS EXPERIMENTALMENTE PELA UTILIZAÇÃO DE PARÂMETROS DO EXAME FÍSICO, MARCADORES HEMATOLÓGICOS E UMIDADE DAS FEZES

1. Resultados

A tabela 1 demonstra os resultados relativos ao exame físico dos animais nos diferentes grupos experimentais. Não houve diferenças entre os grupos relacionados aos tratamentos, ainda que em todos os grupos o jejum tenha ocasionado aumento do tempo de preenchimento capilar (TPC), demonstrando assim que houve efeito significativo do jejum sobre esse marcador de perfusão tecidual relacionado à desidratação e diminuição da volemia. A figura 1 demonstra a dinâmica dos valores desses parâmetros ao longo do tempo.

A tabela 2 demonstra os resultados para o contorno abdominal e o peso corporal dos animais ao longo do período do estudo. Foi possível notar que o jejum teve efeito significativo sobre esses parâmetros levando à diminuição tanto do contorno abdominal, quanto do peso corporal dos animais.

Em relação ao contorno abdominal foi possível demonstrar que todos os tratamentos foram capazes ao longo do tempo de recuperar os valores perdidos durante o PD, porém, nos grupos tratados com as soluções enterais, tanto HIPO, quanto ISO, o contorno abdominal a partir das 6 horas de tratamento foi significativamente superior ao grupo tratado com a solução de ringer lactato intravenoso.

Do mesmo modo, o peso corporal dos animais foi significativamente afetado pelo período de jejum, com perda significativa dos seus valores, sendo que todos os tratamentos foram capazes de reverter essa perda de peso corporal, ainda que ao longo dos diferentes tratamentos hidroeletrólíticos os animais estivessem sem acesso à alimentação sólida. A figura 2 demonstra a dinâmica desses valores.

Tabela 1: Valores médios e desvio-padrão da Frequência Cardíaca (FC) (bpm), Frequência Respiratória (FR) (mpm), Motilidade Intestinal (MI) (escore de 1 a 4), Tempo de Preenchimento Capilar (TPC) (seg) e Temperatura Retal (TR) (C°) em Equinos submetidos ao jejum e tratados em delineamento *crossover* 6 X 3 com diferentes modalidades de terapia hidroeletrólítica.

TRATAMENTO	Tempo					
	(-)36h	0h	2h	4h	6h	8h
FC						
SeHipo	29,67 ^{Aa} ± 1,63	35,17 ^{Aa} ± 12,48	30,00 ^{Aa} ± 9,03	31,00 ^{Aa} ± 5,73	32,17 ^{Aa} ± 6,52	32,17 ^{Aa} ± 4,83
Selso	29,83 ^{Aa} ± 1,60	28,50 ^{Aa} ± 4,23	30,83 ^{Aa} ± 4,22	32,50 ^{Aa} ± 5,43	32,17 ^{Aa} ± 5,53	33,00 ^{Aa} ± 4,90
RL IV	30,00 ^{Aa} ± 1,41	30,00 ^{Aa} ± 3,63	33,67 ^{Aa} ± 4,84	33,50 ^{Aa} ± 4,18	33,83 ^{Aa} ± 4,49	34,00 ^{Aa} ± 2,10
FR						
SeHipo	16,67 ^{Aa} ± 3,20	19,50 ^{Aa} ± 3,89	19,17 ^{Aa} ± 6,40	19,83 ^{Aa} ± 3,06	21,50 ^{Aa} ± 6,06	24,00 ^{Aa} ± 6,16
Selso	15,83 ^{Aa} ± 2,86	18,17 ^{Aa} ± 3,60	18,83 ^{Aa} ± 5,23	19,67 ^{Aa} ± 3,20	22,00 ^{Aa} ± 6,45	22,00 ^{Aa} ± 9,80
RL IV	17,67 ^{Aa} ± 1,86	17,83 ^{Aa} ± 7,25	20,67 ^{Aa} ± 4,84	19,00 ^{Aa} ± 5,33	22,33 ^{Aa} ± 5,32	20,83 ^{Aa} ± 4,96
MI						
SeHipo	2,00 ^{Aa} ± 0,00	1,33 ^{Aa} ± 0,52	1,33 ^{Aa} ± 0,52	1,67 ^{Aa} ± 0,52	1,67 ^{Aa} ± 0,52	1,67 ^{Aa} ± 0,52
Selso	2,00 ^{Aa} ± 0,00	1,50 ^{Aa} ± 0,55	1,67 ^{Aa} ± 0,52	1,83 ^{Aa} ± 0,41	1,67 ^{Aa} ± 0,52	1,67 ^{Aa} ± 0,52
RL IV	2,00 ^{Aa} ± 0,00	1,17 ^{Aa} ± 0,41	1,17 ^{Aa} ± 0,41	1,17 ^{Aa} ± 0,41	1,33 ^{Aa} ± 0,52	1,50 ^{Aa} ± 0,55
TPC						
SeHipo	2,00 ^{Aa} ± 0,00	2,50 ^{Ab} ± 0,55	2,00 ^{Aa} ± 0,00	1,83 ^{Aa} ± 0,41	1,83 ^{Aa} ± 0,41	1,83 ^{Aa} ± 0,41
Selso	2,00 ^{Aa} ± 0,00	2,50 ^{Ab} ± 0,55	2,00 ^{Aa} ± 0,00	2,00 ^{Aa} ± 0,00	1,83 ^{Aa} ± 0,41	2,00 ^{Aa} ± 0,00
RL IV	2,00 ^{Aa} ± 0,00	2,67 ^{Ab} ± 0,52	2,00 ^{Aa} ± 0,00	2,00 ^{Aa} ± 0,00	2,00 ^{Aa} ± 0,00	1,83 ^{Aa} ± 0,41
TR						
SeHipo	37,77 ± 0,23 ^{Aa}	37,23 ^{Aa} ± 0,34	37,38 ^{Aa} ± 0,20	37,35 ^{Aa} ± 0,40	37,60 ^{Aa} ± 0,28	37,57 ^{Aa} ± 0,36
Selso	37,55 ± 0,39 ^{Aa}	37,07 ^{Aa} ± 0,58	37,35 ^{Aa} ± 0,64	37,65 ^{Aa} ± 0,54	37,62 ^{Aa} ± 0,50	37,78 ^{Aa} ± 0,49
RL IV	37,72 ± 0,40 ^{Aa}	37,05 ^{Aa} ± 0,70	37,55 ^{Aa} ± 0,43	37,68 ^{Aa} ± 0,29	37,68 ^{Aa} ± 0,36	37,63 ^{Aa} ± 0,47

Valores médios seguidos por letras maiúsculas diferentes na mesma coluna ou por letras minúsculas diferentes na mesma linha diferem estatisticamente entre si ($p < 0,05$).

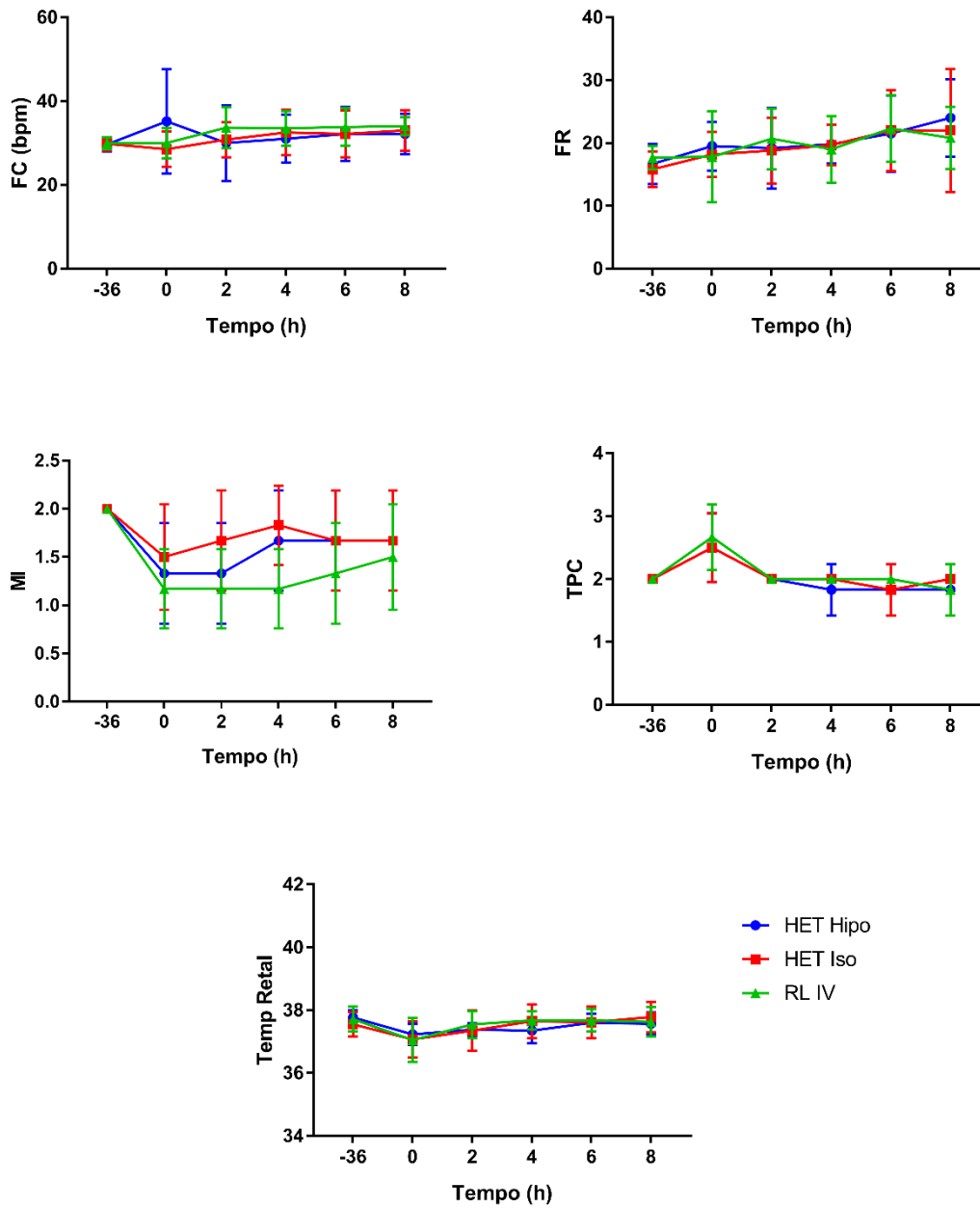


Figura 1: Dinâmica dos valores de Frequência Cardíaca, Frequência Respiratória, Motilidade Intestinal, Tempo de Preenchimento Capilar e Temperatura Retal.

Tabela 2: Valores médios e desvio-padrão do Contorno Abdominal (CA) (cm) e do Peso Corporal (PC) (kg) em Equinos submetidos ao jejum e tratados em delineamento *crossover* 6 X 3 com diferentes modalidades de terapia hidroeletrólítica.

TRATAMENTO	Tempo					
	(-)36h	0h	2h	4h	6h	8h
CA						
SeHipo	165,33 ^{Aa} ± 7,58	154,50 ^{Ab} ± 10,46	163,17 ^{Aa} ± 10,57	166,33 ^{Aa} ± 9,48	168,17 ^{Aa} ± 10,61	170,67 ^{Ac} ± 11,34
Selso	167,67 ^{Aa} ± 5,01	157,17 ^{Ab} ± 4,22	163,83 ^{Ab} ± 7,33	167,00 ^{Aa} ± 8,46	170,17 ^{Ac} ± 6,91	171,67 ^{Ac} ± 6,38
RL IV	165,33 ^{Aa} ± 6,74	155,00 ^{Ab} ± 6,63	156,67 ^{Aa} ± 3,33	160,33 ^{Aa} ± 5,47	161,83 ^{Ba} ± 6,40	161,33 ^{Ba} ± 3,72
PC						
SeHipo	436,83 ^{Aa} ± 12,09	408,33 ^{Ab} ± 9,83	416,67 ^{Ab} ± 6,19	422,17 ^{Ab} ± 7,49	433,83 ^{Aa} ± 9,81	438,50 ^{Aa} ± 10,29
Selso	435,67 ^{Aa} ± 10,37	397,50 ^{Ab} ± 8,89	409,17 ^{Ab} ± 6,77	415,83 ^{Ab} ± 7,73	432,50 ^{Aa} ± 9,22	435,50 ^{Aa} ± 10,35
RL IV	436,67 ^{Aa} ± 12,42	402,50 ^{Ab} ± 12,85	412,17 ^{Ab} ± 10,48	423,00 ^{Ac} ± 12,41	432,83 ^{Aa} ± 12,42	435,83 ^{Aa} ± 11,30

Valores médios seguidos por letras maiúsculas diferentes na mesma coluna ou por letras minúsculas diferentes na mesma linha diferem estatisticamente entre si ($p < 0,05$).

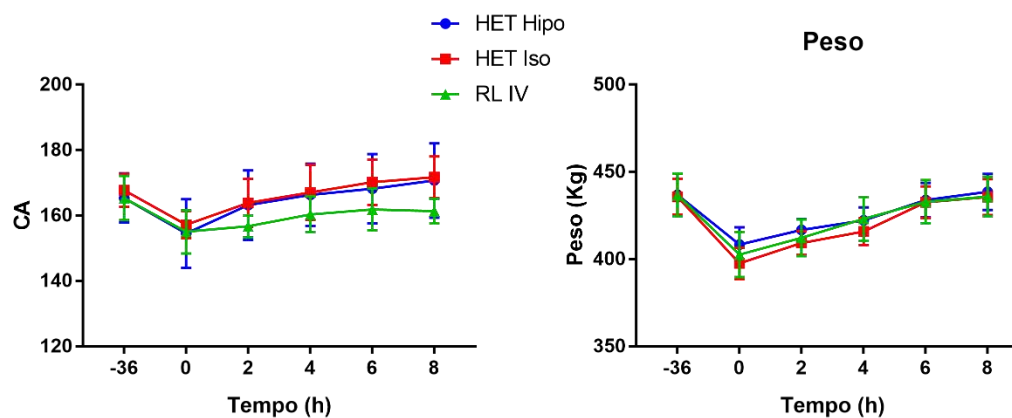


Figura 2: Dinâmica dos valores de contorno abdominal e peso corporal.

A tabela 3 demonstra os valores relacionados à umidade das fezes. O PD provocou diminuição significativa da porcentagem de umidade das fezes tornando-as mais ressecadas. Houve retorno gradativo e significativo desses valores nos grupos experimentais tratados com as soluções enterais, sendo que ao final do período de 8 horas de tratamento tais valores retornaram aos seus níveis iniciais de antes do jejum nesses grupos. Porém, no grupo tratado com solução de Ringer lactato intravenoso tal dinâmica de retorno aos valores iniciais de umidade das fezes não foi demonstrada, sendo que ao final das 8 horas de tratamento as fezes desses animais tiveram valores de umidade significativamente menores em relação ao seu momento inicial e significativamente menores quando comparadas aos grupos enterais já a partir das 4 horas de tratamento. Essas observações demonstraram que o tratamento intravenoso, apesar de ter causado certo grau de elevação da umidade das fezes, foi menos eficaz nesse quesito, tanto comparado aos seus valores iniciais, quando comparado aos valores dos grupos de tratamento com soluções enterais. A figura 3 demonstra a dinâmica dos valores de porcentagem de umidade das fezes.

A tabela 4 expõe os valores de parâmetros hematológicos dos animais nos diferentes grupos experimentais. Os valores de volume globular (VG) e de proteínas plasmáticas totais (PPT) foram significativamente afetados pelo PD com aumento dos seus valores, o que caracterizou o desenvolvimento de hemoconcentração. No mesmo sentido, e corroborando esses resultados, os valores de volume plasmático (VP) demonstraram que o jejum foi capaz de levar à diminuição da volemia. Observando a dinâmica desses valores ao longo dos diferentes tratamentos foi possível constatar que o tratamento com Ringer lactato intravenoso demonstrou efeito mais rápido e mais eficaz na recuperação do volume plasmático, tendo levado ao final das 8 horas de tratamento a valores significativamente menores quando comparados ao seu valor inicial e também em relação aos grupos tratados com as soluções enterais, o que caracterizou o desenvolvimento de hemodiluição. Não obstante, foi possível demonstrar que os tratamentos hidroeletrólíticos enterais também foram eficazes em reverter os valores desses três marcadores de volemia, ainda que mais vagarosamente. É importante destacar que, ao contrário do grupo tratado com solução intravenosa, os tratamentos enterais não causaram hemodiluição ao final dos períodos experimentais, tendo tão somente retornado os valores aos seus níveis iniciais. A figura 4 demonstra a dinâmica dos valores hematológicos.

Tabela 3: Valores médios e desvio-padrão da Porcentagem da Umidade das Fezes (UF) (%) em Equinos submetidos ao jejum e tratados em delineamento *crossover* 6 X 3 com diferentes modalidades de terapia hidroeletrólítica.

TRATAMENTO	Tempo					
	(-)36h	0h	2h	4h	6h	8h
	UF					
SeHipo	82,40 ^{Aa} ± 1,90	74,29 ^{Ab} ± 3,39	76,49 ^{Ab} ± 6,25	78,13 ^{Ab} ± 5,63	78,79 ^{Ab} ± 6,29	84,58 ^{Aa} ± 5,17
Selso	80,96 ^{Aa} ± 2,05	69,85 ^{Ab} ± 2,81	71,54 ^{Ab} ± 3,62	75,57 ^{Ab} ± 5,94	78,52 ^{Ab} ± 5,71	83,66 ^{Aa} ± 2,94
RL IV	80,72 ^{Aa} ± 1,61	73,51 ^{Ab} ± 3,70	72,07 ^{Ab} ± 3,54	71,21 ^{Bb} ± 3,18	71,36 ^{Bb} ± 3,52	75,80 ^{Bb} ± 5,13

Valores médios seguidos por letras maiúsculas diferentes na mesma coluna ou por letras minúsculas diferentes na mesma linha diferem estatisticamente entre si ($p < 0,05$).

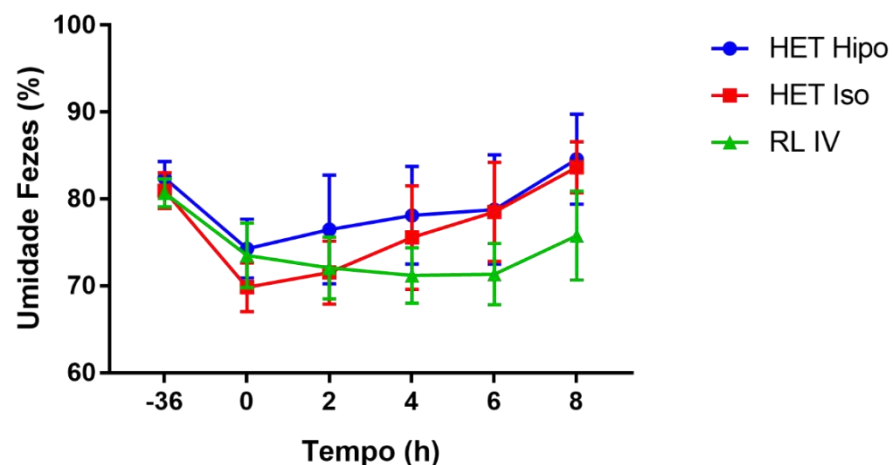


Figura 3: Dinâmica dos valores de Porcentagem de Umidade das Fezes.

Tabela 4: Valores médios e desvio-padrão do Volume Globular (VG) (%), Proteínas Plasmáticas Totais (PPT) (g/dl) e Volume Plasmático (VP) (%) em Equinos submetidos ao jejum e tratados em delineamento *crossover* 6 X 3 com diferentes modalidades de terapia hidroeletrólítica.

TRATAMENTO	Tempo											
	(-)36h		0h		2h		4h		6h		8h	
VG												
SeHipo	33,17 ^{Aa}	± 3,76	41,17 ^{Ab}	± 3,25	34,67 ^{Aa}	± 4,08	35,33 ^{Ab}	± 3,39	33,17 ^{Aa}	± 3,54	33,17 ^{Aa}	± 3,37
Selso	34,50 ^{Aa}	± 4,68	40,67 ^{Ab}	± 3,08	33,17 ^{Aa}	± 1,83	32,33 ^{Aa}	± 2,66	32,17 ^{Aa}	± 1,83	33,33 ^{Aa}	± 3,01
RL IV	33,83 ^{Aa}	± 3,31	37,83 ^{Ab}	± 3,60	30,17 ^{Aa}	± 3,82	29,00 ^{Bc}	± 2,83	28,50 ^{Bc}	± 2,17	27,00 ^{Bc}	± 1,67
PPT												
SeHipo	6,47 ^{Aa}	± 0,45	7,27 ^{Ab}	± 0,50	6,93 ^{Aa}	± 0,63	6,47 ^{Aa}	± 0,47	6,23 ^{Aa}	± 0,34	6,27 ^{Aa}	± 0,33
Selso	6,53 ^{Aa}	± 0,27	7,23 ^{Ab}	± 0,37	6,83 ^{Aa}	± 0,32	6,57 ^{Aa}	± 0,39	6,27 ^{Aa}	± 0,35	6,37 ^{Aa}	± 0,32
RL IV	6,50 ^{Aa}	± 0,33	7,17 ^{Ab}	± 0,37	6,32 ^{Ba}	± 0,49	5,73 ^{Bc}	± 0,21	5,77 ^{Bc}	± 0,23	5,87 ^{Bc}	± 0,33
%VP												
SeHipo	0,0 ^{Aa}		-10,97 ^{Aa}	± 2,73	-6,50 ^{Ab}	± 4,73	0,21 ^{Ac}	± 6,71	3,77 ^{Ac}	± 5,08	3,23 ^{Ac}	± 5,69
Selso	0,0 ^{Aa}		-9,55 ^{Aa}	± 4,63	-4,31 ^{Ab}	± 3,82	-0,24 ^{Ab}	± 6,84	4,69 ^{Ac}	± 10,03	2,89 ^{Ac}	± 7,63
RL IV	0,0 ^{Aa}		-9,11 ^{Aa}	± 6,31	3,69 ^{Ac}	± 12,70	13,42 ^{Bc}	± 5,26	12,80 ^{Bc}	± 5,86	10,97 ^{Bc}	± 6,32

Valores médios seguidos por letras maiúsculas diferentes na mesma coluna ou por letras minúsculas diferentes na mesma linha diferem estatisticamente entre si ($p < 0,05$).

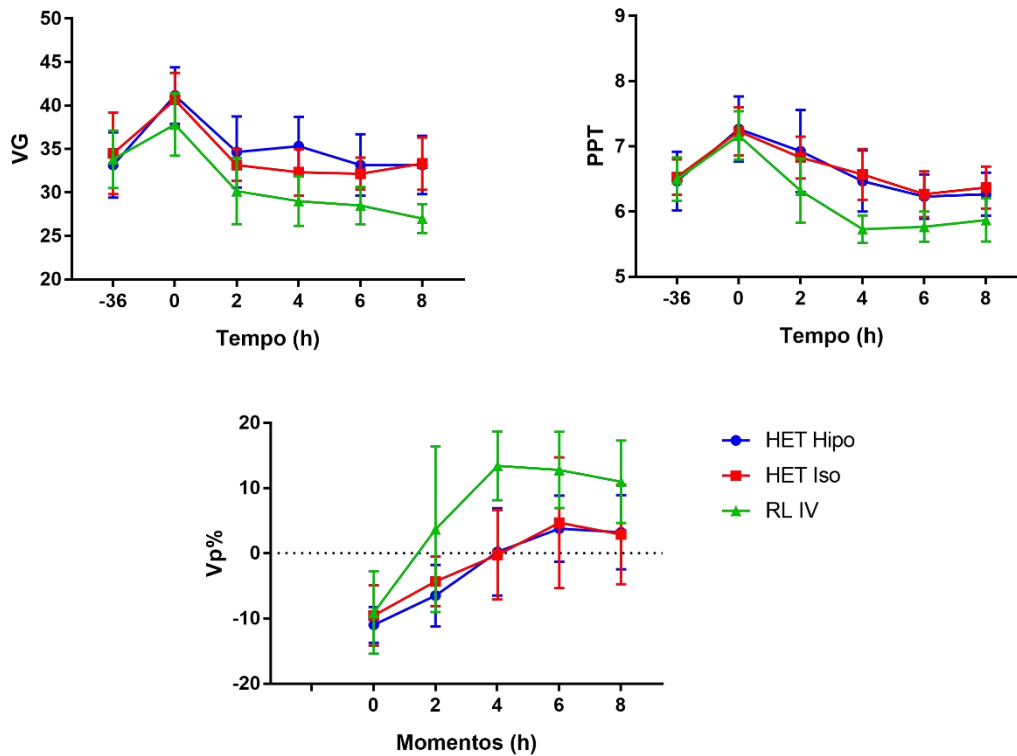


Figura 4: Dinâmica dos valores de VG, PPT e %VP.

2. Discussão.

O exame físico é parte fundamental da avaliação do paciente equino acometido de distúrbios dos equilíbrios hídricos, eletrolíticos e ácido base (ALVES et al., 2008). Os parâmetros avaliados no exame físico dão ao veterinário uma noção, ainda que grosseira, do estado hídrico do seu paciente permitindo a estimativa da porcentagem de déficit de volume que o animal apresenta e, por conseguinte, calcular o volume de reposição necessário para reverter a perda de líquidos corporais. O período de PD, apesar de não ter determinado alterações expressivas na maioria dos critérios utilizados no exame físico dos animais utilizados no presente experimento, alterou de forma significativa o Tempo de Preenchimento Capilar (TPC), que pode ser considerado um dos parâmetros mais sensíveis do exame físico para a avaliação do equilíbrio hídrico nos equinos (MELO et al., 2010). O aumento do TPC pode ser traduzido como diminuição da perfusão tecidual periférica ocasionada pelo desenvolvimento de

diminuição do volume plasmático circulante (ALVES et al., 2008), sendo que todos os tratamentos propostos foram efetivos em reverter tal efeito. Sendo assim, os tratamentos HETfc tiveram desempenho equivalente ao tratamento RL IV em promover a diminuição do TPC, o seja, pode ser considerado que todos os tratamentos mostraram eficácia em repor a volemia e a perfusão tecidual.

Tal fato foi observado por Silveira et al. (2012), que utilizaram o TPC em equinos como parâmetro de avaliação em animais submetidos a 24 horas de jejum e duas aplicações de furosemida com 12 horas de intervalo e observaram o aumento do TPC em cerca de um quarto dos animais utilizados, creditando tal fato ao desenvolvimento da desidratação. Os autores reportaram o retorno desses valores para a faixa de normalidade após seis horas de tratamento com soluções enterais na mesma taxa de infusão aqui utilizada.

A não observação de alteração nos valores de Frequência Cardíaca, Frequência Respiratória e Temperatura Retal também foi encontrada em estudos que submeteram equinos ao jejum e aplicações de furosemida (AVANZA, 2007) (SILVEIRA et al., 2012) e pode ser justificada pela relativa baixa sensibilidade desses parâmetros do exame físico no monitoramento clínico das alterações advindas da desidratação (ALVES et al., 2008), ainda que a desidratação aqui considerada moderada (MELO et al., 2010), tenha se desenvolvido. No entanto, ao contrário do observado no presente estudo, Silveira et al. (2012) relataram diminuição da motilidade intestinal em equinos advinda do protocolo de 24 horas de jejum e duas aplicações de furosemida que foi revertida após algumas horas de terapia hidroeletrólítica enteral pelo efeito pró-cinético desse tratamento.

O contorno abdominal e o peso dos animais comportaram-se de maneira semelhante, diminuindo de forma significativa seus valores após o período PD. A perda de peso era esperada tanto pelo jejum hídrico, quanto pelo jejum alimentar e foi reportada e em diferentes graus em estudos que utilizaram diferentes protocolos de restrição hídrica e alimentar (AVANZA, 2007) (RIBEIRO FILHO et al., 2012), (SILVEIRA et al., 2012).

A diminuição do contorno abdominal justifica-se pela própria perda de peso corporal aliada à diminuição do volume hídrico circulante, recrutamento das reservas de água e eletrólitos intestinais para o compartimento vascular, com consequente diminuição do diâmetro da luz intestinal, notadamente do cólon maior e do ceco, e retração do abdômen, sendo tal fenômeno reportado em experimentos com diferentes

protocolos de jejum associados à administração de furosemida (AVANZA, 2007) (RIBEIRO FILHO et al., 2012), (SILVEIRA et al., 2012).

A reposição hídrica em todos os tratamentos foi capaz de reverter a diminuição, do peso corporal, assim como a do contorno abdominal, não havendo diferenças significativas nesses parâmetros entre os dois tratamentos HETfc e RL IV, demonstrando assim que, independente da via de administração utilizada, há reposição dos volumes perdidos e reestabelecimento do ciclo entero-sistêmico de água entre os compartimentos enterais e o compartimento vascular (WHITE II, 2006).

Contudo, em relação ao contorno abdominal foi possível observar que nas terapias HETfc houve aumento significativo desse parâmetro quando comparadas ao tratamento RL IV nos momentos finais dos períodos experimentais, fato esse creditado ao acúmulo de líquidos nas vísceras abdominais. De acordo com Ribeiro Filho (2009) e Lopes (2015), uma das principais restrições ao uso da Hidratação Enteral nos equinos é a possibilidade da ocorrência de distensão e desconforto abdominal, podendo até haver ectopias de alças de ceco e cólon maior induzidas pelas terapias HETfc. Porém, em outros estudos utilizando terapias HET nessa espécie, com ou sem períodos prévios de jejum total ou restrição parcial hídrica e alimentar, associadas ou não ao uso de diuréticos, o aumento do contorno abdominal foi observado, sem terem sido observadas tais complicações (RIBEIRO FILHO et al., 2017), (RIBEIRO FILHO et al., 2015), inclusive em protocolos experimentais de indução de compactações de cólon maior (RIBEIRO FILHO et al., 2012), assim como no presente estudo onde, apesar da diferença determinada para os valores de contorno abdominal nos grupos tratados com soluções enterais, não ter sido observado em momento algum desconforto abdominal em nenhum animal tratado com as soluções enterais.

Tal fato corrobora a capacidade absorptiva de água dos segmentos intestinais dos equinos, notadamente o ceco e os segmentos do cólon maior (WHITE II, 2006). Ainda que se possa argumentar que os animais do presente estudo sejam animais hígidos, Lopes (2015) afirmou que em situações de processos inflamatórios tais como tiflites e colites que determinam quadros diarreicos em equinos as terapias HET ainda são indicadas, uma vez que as funções de absorção permanecem preservadas a despeito da inflamação.

A avaliação do grau de umidade nas fezes de equinos submetidos a tratamentos hidroeletrólíticos é de suma importância, uma vez que um dos objetivos primordiais ao se hidratar um paciente equino é, além de repor volemia, hidratar os tecidos e

reequilibrar seu perfil eletrolítico e ácido base, promover o amolecimento das fezes e a defecação (LOPES et al., 2003), uma vez que as compactações de segmentos de ceco e cólon maior configuram importantes etiologias de Síndrome Cólica Equina (TINKER et al., 1997) (DI FILIPPO et al., 2008). Nesse sentido, a terapia HET tem se destacado como principal modalidade terapêutica para esse fim, tendo sido estudada sendo administrada sozinha (RIBEIRO FILHO et al., 2017), (RIBEIRO FILHO et al., 2015) (LOPES et al., 1998) ou associada a substâncias laxantes com maior ou menor sucesso sem a ocorrência de complicações (GOMES e RIBEIRO FILHO, 2012) (RIBEIRO FILHO et al., 2012).

No presente estudo o período pré-tratamento foi capaz de diminuir de forma significativa a umidade das fezes. Tal fato foi visto e corroborado em estudos prévios que também utilizaram protocolos de jejum com (AVANZA, 2007) (RIBEIRO FILHO et al., 2012) (SILVEIRA et al., 2012) ou sem (LESTER et al., 2013) a associação com a furosemida. Esse fato se dá pelo recrutamento para o leito vascular das reservas hídricas entéricas determinadas pelas perdas advindas do jejum (WHITE II, 2006), efeito esse creditado à ação do eixo renina-angiotensina-aldosterona, além da ação do hormônio antidiurético (ADH) (MERRIT e JULLIAND, 2013).

Os diferentes tratamentos foram capazes de aumentar de forma significativa o teor de umidade das fezes dos animais utilizados nos diferentes grupos experimentais. Porém, ficou evidente que as duas modalidades de tratamento HET foram superiores de forma significativa na promoção da umidade das fezes já a partir das quatro horas experimentais. Também foi possível demonstrar que ao término das oito horas de tratamento as terapias HET já tinham reestabelecido o teor de umidade das fezes, enquanto que a terapia RL IV não tinha ainda promovido tal efeito. Ainda que a terapia RL IV seja também indicada como promotora de umidade das fezes (FIELDING e MAGDESIAN, 2015), nas condições experimentais aqui descritas as terapias HET foram mais eficazes nesse quesito.

Tal fato pode ser justificado pela maior eficiência da terapia HETfc em fornecer volumes significativos de soluções eletrolíticas aos segmentos cecais e colônicos, uma vez que é administrada diretamente na luz do trato gastroentérico (LOPES, 2015) (RIBEIRO FILHO, 2009). A atividade de esvaziamento gástrico e de trânsito no intestino delgado nos equinos com integridade anatômica e funcional do trato gastrointestinal, que dura cerca de 5 horas (VAN WEYENBERG et al., 2006), é competente para fazer o volume de água e eletrólitos administrado pelas terapias HETfc

chegar ao ceco e cólon maior (MERRIT e JULLIAND, 2013) promovendo assim, de forma mais eficaz, o aumento no grau de umidade das fezes (LOPES et al., 2002).

Confirmando tal fato, é reconhecido que os volumes de soluções eletrolíticas administradas por via intravenosa precisam ser primeiramente incorporados ao volume plasmático para, antes de tudo, reestabelecer a volemia e só posteriormente fazerem parte do ciclo êntero-sistêmico de água e eletrólitos existente entre o compartimento vascular e a luz intestinal (WHITE II, 2006) podendo então adentrarem à luz do trato gastrointestinal, promovendo assim, de forma mais lenta a umidade das fezes.

Esses resultados corroboram a afirmação de que HET é considerada e reconhecida como a terapia de eleição para as compactações simples de cólon maior em equinos (LOPES et al., 1998) (LOPES et al., 1999) (LOPES et al., 2002) (ALVES et al., 2008) (RIBEIRO FILHO, 2009) (LOPES, 2015). Nesse mesmo sentido, relatos de casos anteriores (LOPES et al., 2004) e mais recentes de equinos acometidos por compactações simples de cólon maior confirmam a eficácia e a segurança do uso das terapias HET em equinos acometidos por essa etiologia de síndrome cólica, uma vez observados os preceitos de monitoramento e acompanhamento clínico dos animais em tratamento (MOREIRA et al., 2018a) (MOREIRA et al., 2018b) e respeitadas as limitações e contraindicações descritas para as terapias HET em equinos (RIBEIRO FILHO, 2009).

O presente experimento mostrou-se pioneiro ao demonstrar, em tempo real e taxas de infusão equivalentes, a diferença na promoção da umidade das fezes entre as duas terapias HET e a RL IV em equinos, onde as terapias enterais demonstraram eficácia superior.

Aliados aos parâmetros do exame físico, as variáveis laboratoriais hematológicas, tais como o volume globular (VG), juntamente com as proteínas plasmáticas totais (PPT) são marcadores da volemia (ALVES et al., 2008). A dinâmica desses valores confirmou o desenvolvimento de diminuição da volemia e hemoconcentração pelo aumento significativo de seus valores após o PD. Tal fato era esperado e foi observado em estudos que utilizaram outros protocolos de restrição hídrica (RIBEIRO FILHO et al., 2003) (AVANZA, 2009) (SILVEIRA et al., 2012). Os três tratamentos foram capazes de reduzir os valores de VG e PPT de forma significativa ao longo do tempo, fato que confirma a promoção da expansão e da reposição do volume plasmático. Porém, o tratamento RL IV manteve esses valores

significativamente menores em relação aos tratamentos HETfc já a partir das seis horas de tratamento.

A eficácia do tratamento RL IV em promover a volemia é consagrada (FIELDING e MAGDESIAN, 2015). Por outro lado, apesar de poderem ser consideradas inferiores nesse sentido em relação à terapia intravenosa (LOPES, 2015), a ação eficaz das terapias HET em promover a volemia pela utilização do VG e das PPT como parâmetros laboratoriais já foi reportada (RAINGER e DART, 2006) (RIBEIRO FILHO, 2009) (LOPES, 2015).

Contudo, no presente estudo foi demonstrada a diferença entre a resposta desses parâmetros laboratoriais da volemia de acordo com os tratamentos hídricos utilizados. Dessa forma, foi possível comprovar que já nas horas iniciais as terapias HETfc foram menos eficientes quanto o tratamento RL IV na promoção do volume plasmático, confirmando que a terapia intravenosa é mais veloz para essa reposição.

Porém, é preciso ser destacado que o VG, assim como as PPT, como marcadores da volemia e do equilíbrio hídrico são parâmetros sujeitos a diversos fatores fisiológicos que determinam variações não determinadas pelo equilíbrio hídrico, fato que limita a sensibilidade dessas variáveis laboratoriais na avaliação do perfil hídrico dos equinos (WALTON, 2013) (McGOWAN e HODGSON, 2014).

Os valores de porcentagem de volume plasmático demonstraram que o grau de desidratação desenvolvido pelo protocolo pré-tratamento foi de cerca de 10%, o que é considerada uma desidratação moderada (ALVES et al., 2008). A dinâmica desses valores corroborou os resultados observados para o VG e as PPT onde o tratamento RL por via intravenosa foi mais rápido na promoção da expansão plasmática e do volume vascular.

Por outro lado, o efeito da terapia RL IV em aumentar progressivamente o volume plasmático pode caracterizar uma desvantagem dessa terapia, principalmente na fase de manutenção de um plano terapêutico de hidratação para o paciente equino, uma vez que esse aumento do volume plasmático estimula mecanismos endócrinos regulatórios da volemia promovendo aumento da TFG e micção excessiva de urina hipostenúrica, dificultando assim que o volume administrado no leito vascular seja absorvido para os componentes intersticiais e intracelulares.

3. Conclusão

Dessa forma, podemos afirmar que a terapia RL IV apresentou mais rapidez na promoção da reposição volêmica por ser administrada diretamente no leito vascular, fato que se caracteriza como uma vantagem dessa terapia, principalmente na fase de reposição de um plano terapêutico de hidratação em equinos e em situações de desidratação e hipovolemia intensas nesses animais.

Por outro lado, as terapias HETfc, além de também terem sido eficazes em repor a volemia, ainda que de forma mais vagarosa, demonstram maior eficiência em promover de forma segura, sem o desenvolvimento de complicações tais como distensão e desconforto abdominal, o amolecimento das fezes ao aumentar de forma significativa e mais veloz o grau de umidade das fezes no presente delineamento experimental. Dessa forma, foi possível comprovar a eficácia das terapias HETfc. Tal fato corrobora a indicação dessas modalidades terapêuticas na rotina clínica da Medicina Equina.

CAPÍTULO 2

AVALIAÇÃO DOS EFEITOS DE SOLUÇÕES ELETROLÍTICAS ENTERAIS COM DIFERENTES OSMOLARIDADES E DO RINGER LACTATO EM EQUINOS DESIDRATADOS EXPERIMENTALMENTE PELA UTILIZAÇÃO DE MARCADORES LABORATORIAIS DO EQUILÍBRIO ÁCIDO BASE

1. Resultados

A tabela 1 demonstra os resultados dos valores relacionados ao equilíbrio ácido base obtidos na hemogasometria e calculados a partir dos valores dos principais eletrólitos séricos durante os ciclos experimentais.

Foi possível observar um efeito significativo do protocolo PD sobre o equilíbrio ácido base em todos os grupos experimentais com uma tendência ao desenvolvimento de alcalose metabólica pela ação desse fármaco que estimula a micção com excreção renal de sódio e cloreto, com os valores de pH do sangue venoso tendo um aumento estatisticamente significativo, ainda que permanecendo dentro do intervalo considerado normal para a espécie. Tal fato é corroborado pelas alterações encontradas nos valores de bicarbonato e excesso de base (EB) que se elevaram de forma significativa em todos os grupos em decorrência do jejum. Da mesma forma, os valores de Diferença de Íons Fortes (DIF) elevaram-se após o PD, confirmando o desenvolvimento da alcalose metabólica. A diminuição do Ânion Gap (AG) em dois dos grupos experimentais durante a fase de jejum corrobora essa tendência à alcalose metabólica.

Por outro lado, os valores de PCO_2 também tenderam à elevação após o PD, sendo que apenas no grupo SeISO tal diferença foi significativa, o que caracteriza o desenvolvimento de atividade compensatória respiratória, ainda que os valores de pH sanguíneo não tivessem ultrapassado a faixa de referência para a espécie.

O fato do pH sanguíneo se manter dentro do intervalo de normalidade após o PD e durante todo o período experimental em todos os tratamentos, ainda que tenha demonstrado alterações significativas, pode ser creditado aos mecanismos de tampões orgânicos.

Todos os tratamentos foram eficazes em reverter a tendência à alcalose metabólica oriunda do jejum e do tratamento com furosemida, gerando uma tendência à

acidose metabólica ao fim das 8 horas de tratamento, de modo que o tratamento RL IV apresentou valores de pH sanguíneo significativamente maiores quando comparadas aos tratamentos HETfc. Os demais valores da hemogasometria e do equilíbrio ácido base confirmaram esse comportamento.

A figura 1 demonstra a dinâmica dos valores do equilíbrio ácido base.

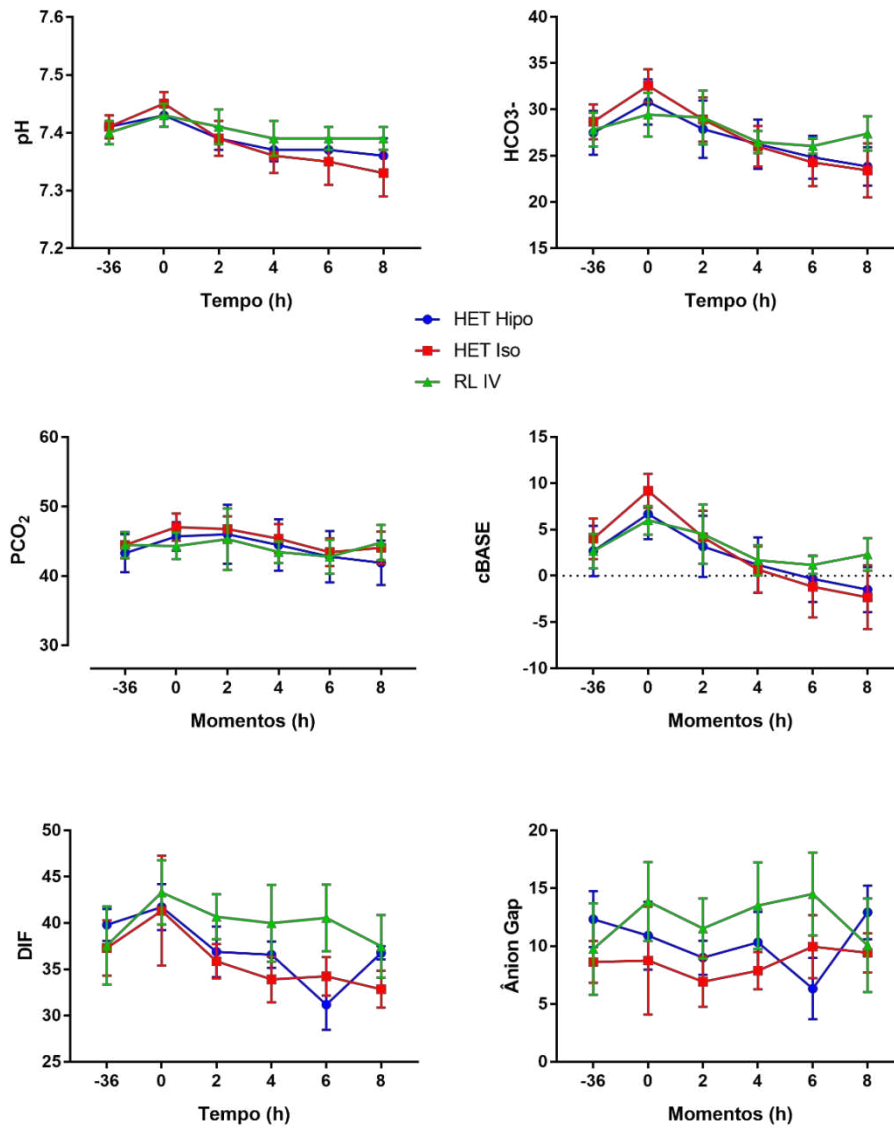


Figura 1: Dinâmica dos marcadores bioquímicos do equilíbrio ácido base

Tabela 1: Valores médios e desvio-padrão do pH sanguíneo, cHCO_3^- (mMol L^{-1}), PCO_2 (mmHg) Excesso de Base (EB) (mMol L^{-1}), Diferença de Íons Fortes (DIF) (mEq L^{-1}) e Ânion Gap (AG) (mEq L^{-1}) em Equinos submetidos ao jejum e tratados em delineamento *crossover* 6 X 3 com diferentes modalidades de terapia hidroeletrólítica.

TRATAMENTO	Tempo																	
	(-)36h			0h			2h			4h			6h			8h		
pH sanguíneo																		
SeHipo	7,41 ^{Aa}	±	0,02	7,43 ^{Ab}	±	0,02	7,39 ^{Ac}	±	0,02	7,37 ^{Ac}	±	0,02	7,37 ^{Ac}	±	0,02	7,36 ^{Ac}	±	0,03
Selso	7,41 ^{Aa}	±	0,02	7,45 ^{Ab}	±	0,02	7,39 ^{Ac}	±	0,03	7,36 ^{Ad}	±	0,03	7,35 ^{Ad}	±	0,04	7,33 ^{Ad}	±	0,04
RL IV	7,40 ^{Aa}	±	0,02	7,43 ^{Ab}	±	0,02	7,41 ^{Aa}	±	0,03	7,39 ^{Aa}	±	0,03	7,39 ^{Aa}	±	0,02	7,39 ^{Ba}	±	0,02
cHCO₃⁻																		
SeHipo	27,48 ^{Aa}	±	2,37	30,82 ^{Ab}	±	2,45	27,88 ^{Aa}	±	3,10	26,25 ^{Aa}	±	2,66	24,85 ^{Ac}	±	2,31	23,85 ^{Ac}	±	2,07
Selso	28,67 ^{Aa}	±	1,89	32,58 ^{Ab}	±	1,77	28,93 ^{Aa}	±	2,40	26,02 ^{Ac}	±	2,19	24,28 ^{Ac}	±	2,56	23,43 ^{Ac}	±	2,91
RL IV	27,82 ^{Aa}	±	1,83	29,45 ^{Ab}	±	2,38	29,13 ^{Aa}	±	2,91	26,48 ^{Aa}	±	1,20	26,05 ^{Aa}	±	0,83	27,40 ^{Ba}	±	1,85
PCO₂																		
SeHipo	43,30 ^{Aa}	±	2,73	45,70 ^{Aa}	±	2,07	46,02 ^{Aa}	±	4,23	44,47 ^{Aa}	±	3,70	42,78 ^{Aa}	±	3,71	41,90 ^{Aa}	±	3,19
Selso	44,47 ^{Aa}	±	1,89	47,05 ^{Ab}	±	1,97	46,75 ^{Aa}	±	1,84	45,38 ^{Aa}	±	2,10	43,43 ^{Aa}	±	1,99	44,07 ^{Aa}	±	2,32
RL IV	44,48 ^{Aa}	±	1,87	44,33 ^{Aa}	±	1,94	45,32 ^{Aa}	±	4,42	43,45 ^{Aa}	±	1,55	42,78 ^{Aa}	±	2,44	44,82 ^{Aa}	±	2,55
EB																		
SeHipo	2,67 ^{Aa}	±	2,73	6,67 ^{Aa}	±	2,73	3,17 ^{Aa}	±	3,31	1,17 ^{Ac}	±	2,99	-0,33 ^{Ac}	±	2,50	-1,50 ^{Aa}	±	2,43
Selso	4,00 ^{Aa}	±	2,19	9,17 ^{Bb}	±	1,83	4,17 ^{Aa}	±	2,86	0,67 ^{Ac}	±	2,50	-1,17 ^{Ac}	±	3,31	-2,33 ^{Aa}	±	3,44
RL IV	2,67 ^{Aa}	±	1,86	6,00 ^{Aa}	±	1,55	4,50 ^{Aa}	±	3,21	1,67 ^{Ac}	±	1,63	1,17 ^{Ac}	±	0,98	2,33 ^{Aa}	±	1,75
DIF																		
SeHipo	39,80 ^{Aa}	±	1,72	41,72 ^{Ab}	±	2,48	36,88 ^{Ac}	±	2,73	36,58 ^{Ac}	±	1,43	31,18 ^{Ad}	±	2,71	36,77 ^{Ac}	±	0,72
Selso	37,30 ^{Aa}	±	2,99	41,33 ^{Ab}	±	5,93	35,87 ^{Aa}	±	1,85	33,90 ^{Bc}	±	2,47	34,23 ^{Ac}	±	2,07	32,85 ^{Bc}	±	1,99
RL IV	37,57 ^{Aa}	±	4,22	43,30 ^{Ab}	±	3,46	40,67 ^{Bb}	±	2,42	39,98 ^{Cb}	±	4,14	40,55 ^{Bb}	±	3,60	37,48 ^{Ab}	±	3,38
AG																		
SeHipo	12,32 ^{Aa}	±	2,42	10,90 ^{Ab}	±	2,94	9,00 ^{Ab}	±	1,47	10,33 ^{Ab}	±	2,63	6,33 ^{Ac}	±	2,64	12,92 ^{Aa}	±	2,32
Selso	8,63 ^{Aa}	±	1,81	8,75 ^{Aa}	±	4,66	6,93 ^{Bb}	±	2,17	7,88 ^{Bb}	±	1,61	9,95 ^{Bc}	±	2,73	9,42 ^{Ac}	±	1,69
RL IV	9,75 ^{Aa}	±	3,96	13,85 ^{Ab}	±	3,41	11,53 ^{Cb}	±	2,60	13,50 ^{Cb}	±	3,74	14,50 ^{Cc}	±	3,58	10,08 ^{Aa}	±	4,05

2. Discussão

O equilíbrio ácido base é fundamental na avaliação dos efeitos dos tratamentos hidroeletrólíticos, uma vez que essas terapias incidem diretamente sobre a complexa rede de mecanismos fisiológicos que mantém sob controle estreito os valores de pH dos fluidos corporais, notadamente do sangue. Ao se pensar num plano terapêutico visando corrigir os déficits hídricos e eletrolíticos num equino enfermo, não há como não associar a esse plano os conceitos do equilíbrio ácido base, já que há inter-relação íntima entre os fenômenos hídricos, eletrolíticos e ácido base nos compartimentos corporais (SCOTH II, 2006) (FIELDING e MAGDESIAN, 2015).

As principais metodologias laboratoriais para a avaliação do estado ácido base do paciente equino, assim como dos efeitos das terapias hidroeletrólíticas sobre esse equilíbrio são a hemogasometria, além do cálculo do Anion Gap (AG) e da Diferença de Íons Fortes (DIF) (ALVES et al., 2008).

O período PD determinou um aumento significativo do pH sanguíneo em todos os grupos experimentais, ainda que esses valores tivessem permanecido dentro da faixa de normalidade para a espécie. Esse acréscimo no pH foi determinado pela ação depressora de cloreto da furosemida, tendo sido reportada por Freestone et al. (1989) e Alves et al. (2005) que também utilizaram esse fármaco na indução experimental de desequilíbrios hidroeletrólíticos e ácido base em equinos. A excreção do cloreto é compensada pela retenção do bicarbonato, o que justifica o aumento do pH gerado pela administração da furosemida nos animais e, dependendo da dose e do número de aplicações dessa substância pode ocasionar o aparecimento de alcalinemia ($\text{pH} > 7,45$), que pode ser um dos sinalizadores de alcalose metabólica hipoclorêmica. Corroborando tais efeitos, a dinâmica dos valores de bicarbonato, EB e DIF também apresentaram aumentos em seus valores.

Todos os tratamentos foram capazes de reverter essas alterações, com destaque para os animais que receberam o tratamento SeISO que chegaram ao término do período experimental a apresentar uma discreta acidemia ($\text{pH} 7,33$), efeito esse não observado nos animais dos grupos SeHIPO e RL IV. Ao repor a volemia, reverter a diminuição da perfusão tecidual e promover a TFG as terapias hidroeletrólíticas favorecem os mecanismos tampões orgânicos, notadamente os renais, que atuam para reestabelecer a homeostase ácido base (FURONI et al., 2010) em animais com função renal preservada.

O discreto efeito acidificante do pH sanguíneo dos tratamentos HETfc foi reportado por Gomes et al. (2014b). Segundo esses autores a adição de glicídios como fontes de energia nas soluções HET pode acarretar fermentação microbiana intestinal com produção de ácidos orgânicos que são absorvidos, o que justificaria tal efeito. Outro fator determinante que pode justificar essa discreta ação acidificante sobre o pH sanguíneo são os efeitos residuais dos mecanismos compensatórios de absorção intestinal e excreção renal produzidos ao longo do período PD que determinaram um favorecimento à absorção e preservação de substâncias de caráter acidificante quando do início do tratamento, já que tais mecanismos endócrinos e renais são mais lentos para atuarem e serem revertidos nos tratamentos HETfc (CONSTABLE, 1997) (FURONI et al., 2010).

Confirmando a importância do protocolo utilizado para a indução experimental de desidratação (PD) utilizado no presente estudo para justificar os efeitos dos tratamentos HETfc sobre o pH sanguíneo, diferentes formulações de soluções eletrolíticas enterais administradas via nasoesofágica na taxa de infusão de 15 ml/kg/h por 12 horas em equinos sadios não submetidos à desidratação experimental não determinaram quaisquer alterações nos marcadores do equilíbrio ácido base (FARIAS et al., 2011). Nesse mesmo sentido, três formulações distintas de soluções eletrolíticas hipotônicas administradas por via nasogástrica num fluxo de 15/ml/kg/h, por 12 horas, também sem indução experimental prévia de desidratação, não afetaram os marcadores laboratoriais do equilíbrio ácido base em equinos saudáveis (PESSIN et al., 2013).

Ainda assim, é necessário destacar que o efeito dos tratamentos com soluções eletrolíticas enterais sobre pH sanguíneo foi discreto, principalmente nos animais do SeHIPO. Além disso, nenhum animal tratado dos referidos grupos apresentou quaisquer sinais ou complicações relacionados a esse fato. Porém, o menor efeito acidificante do tratamento SeHIPO em relação ao SeISO, justificado pelos maiores teores de cloreto e glicídios na solução isotônica, pode configurar um menor potencial de geração de complicações, principalmente em planos terapêuticos prolongados. Por sua vez, nos animais do grupo RL IV não foram detectadas alterações significativas no pH sanguíneo ao longo do período de tratamento.

Os valores e a dinâmica da resposta aos tratamentos da PCO_2 demonstram o não envolvimento do componente respiratório nas alterações do equilíbrio ácido base observadas, a exceção dos animais do tratamento SeISO em T0h. No referido período houve acréscimo nos valores da PCO_2 , embora esse aumento tenha sido pequeno,

segundo Hinchcliff et al. (2004) ele já expressa acidose respiratória discreta. Como no referido tempo o EB demonstra alcalose metabólica de pequena intensidade (9,17 mMol/L), o quadro de acidose respiratória está compensando a alcalose metabólica. Ao longo do período de tratamento o distúrbio respiratório foi debelado, atingindo níveis fisiológicos em T8h.

Os valores do HCO_3^- , e EB apresentaram comportamento semelhante durante a fase experimental nos animais dos três tratamentos. Houve aumento deles em T0h nos três tratamentos, caracterizando um quadro de alcalose metabólica discreta. A causa desta alteração foi discutida anteriormente. Ao longo da administração das soluções eletrolíticas (T0 a T8) ocorreu a correção desse desequilíbrio nos animais que receberam RL IV. Contudo, nos tratamentos SeISO e SeHIPO registrou-se diminuição nos valores das referidas variáveis, atingindo o limite inferior para essa classe de animal (HINCHCLIFF et al., 2004) em T8, ressaltando que no tratamento SeISO o decréscimo foi mais acentuado.

A ausência de alterações nos animais que receberam RL IV pode ser atribuída a composição similar deste soro à do plasma, enquanto aos efeitos das soluções eletrolíticas enterais possivelmente foi ocasionada pela presença de carboidratos nas soluções como citou Gomes et al. (2014b). Corroborando tal fato, Cosenza et al. (2013) observaram que o uso intravenoso da solução de RL num volume de 10% do peso corporal por 6 horas de tratamento em equinos sadios não induziu alterações nos marcadores do equilíbrio ácido base. Da mesma forma, volumes diários correspondentes de 12 a 19% do peso corporal de solução RL intravenosa infundidas em equinos submetidos à indução experimental de compactação de cólon maior não tiveram ação significativa sobre o equilíbrio ácido base (RIBEIRO FILHO et al., 2007).

O DIF apresentou discreto, porém significativo, aumento em T0 em todos os tratamentos ocasionado também pela ação da furosemida, e posterior decréscimo ao longo da fase de tratamento apenas nos animais dos grupos SeHIPO e SeISO. Por conter cloreto em maior quantidade o tratamento SeISO determinou o maior decréscimo nos valores do DIF em T8h.

O Ânion Gap tem como objetivo principal a identificação de acidose metabólica nos animais, a qual é expressa quando seus valores excedem os de referência que segundo Whitehair et al. (1995) e Carlson (1997) variam 5 e 16,2 mEq L⁻¹. Apesar das diferenças significativas registradas no AG, nos animais de todos os tratamentos, os

valores mantiveram na faixa de normalidade, o que por sua vez os torna sem significado clínico.

3. Conclusão

Portanto, a dinâmica dos valores dos marcadores do equilíbrio ácido base demonstrou que a solução de RL IV, além de reverter as alterações induzidas pelo PD, não predispôs o aparecimento de alterações no equilíbrio ácido base. Já as soluções eletrolíticas HETfc corrigiram os desequilíbrios ácido base oriundos do PD, porém ocasionaram discretas alterações. O tratamento SeHIPO demonstrou ter menor potencial de gerar alterações ácido base quando compara ao tratamento SeISO. Apesar disso, ambos os tratamentos enterais podem ser utilizadas como soluções eletrolíticas de reposição e manutenção em equinos adultos.

CAPÍTULO 3

AVALIAÇÃO DOS EFEITOS DE SOLUÇÕES ELETROLÍTICAS ENTERAIS COM DIFERENTES OSMOLARIDADES E DO RINGER LACTATO EM EQUINOS DESIDRATADOS EXPERIMENTALMENTE PELA UTILIZAÇÃO DE PARÂMETROS BIQUÍMICOS SÉRICOS

1. Resultados

Na tabela 1 estão demonstrados os valores de alguns parâmetros bioquímicos séricos dos animais submetidos aos diferentes tratamentos de acordo com delineamento experimental proposto. A ureia e a creatinina sérica, que são considerados os principais marcadores da função renal expressando a taxa de filtração glomerular (TFG), e dessa forma, da perfusão renal e da volemia, sofreram aumento significativo durante o período do jejum traduzido numa azotemia pré-renal ao final do período de 36 horas de jejum e administração de furosemida. Todos os tratamentos foram eficazes em reverter esses efeitos, levando à diminuição progressiva desses valores até atingir os valores basais, o que significa expansão da volemia e promoção da perfusão renal gerando aumento da TFG.

Da mesma forma, o lactato plasmático que é um marcador importante da perfusão tecidual, aumentou no período pré-tratamento, traduzindo diminuição da volemia e da perfusão sanguínea que foi revertido de forma equivalente pelos três tratamentos hidroeletrólíticos propostos.

Os resultados de glicemia demonstraram que o período de jejum determinou, possivelmente pelo estresse, um aumento significativo de seus valores, ainda que dentro do intervalo considerado de referência para a espécie. Após o início dos tratamentos hidroeletrólíticos foi possível observar uma dinâmica diferente entre os tratamentos enterais, que possuem fontes de energia, e o tratamento intravenoso com ringer lactato. Os tratamentos enterais foram capazes de manter a glicemia em níveis significativamente superiores durante as primeiras horas de tratamento. Porém, devido aos mecanismos fisiológicos de controle da glicemia, ao fim das 8 horas, esses valores se reequilibraram retornando aos níveis iniciais.

Outro marcador fundamental de volemia, a osmolaridade sérica, também sofreu aumento significativo no período pré-tratamento, corroborando a diminuição do volume plasmático nesse momento. E, da mesma forma, os três tratamentos foram capazes de forma equivalente de reverter tal efeito ao final dos períodos experimentais. A figura 1 demonstra a dinâmica desses valores.

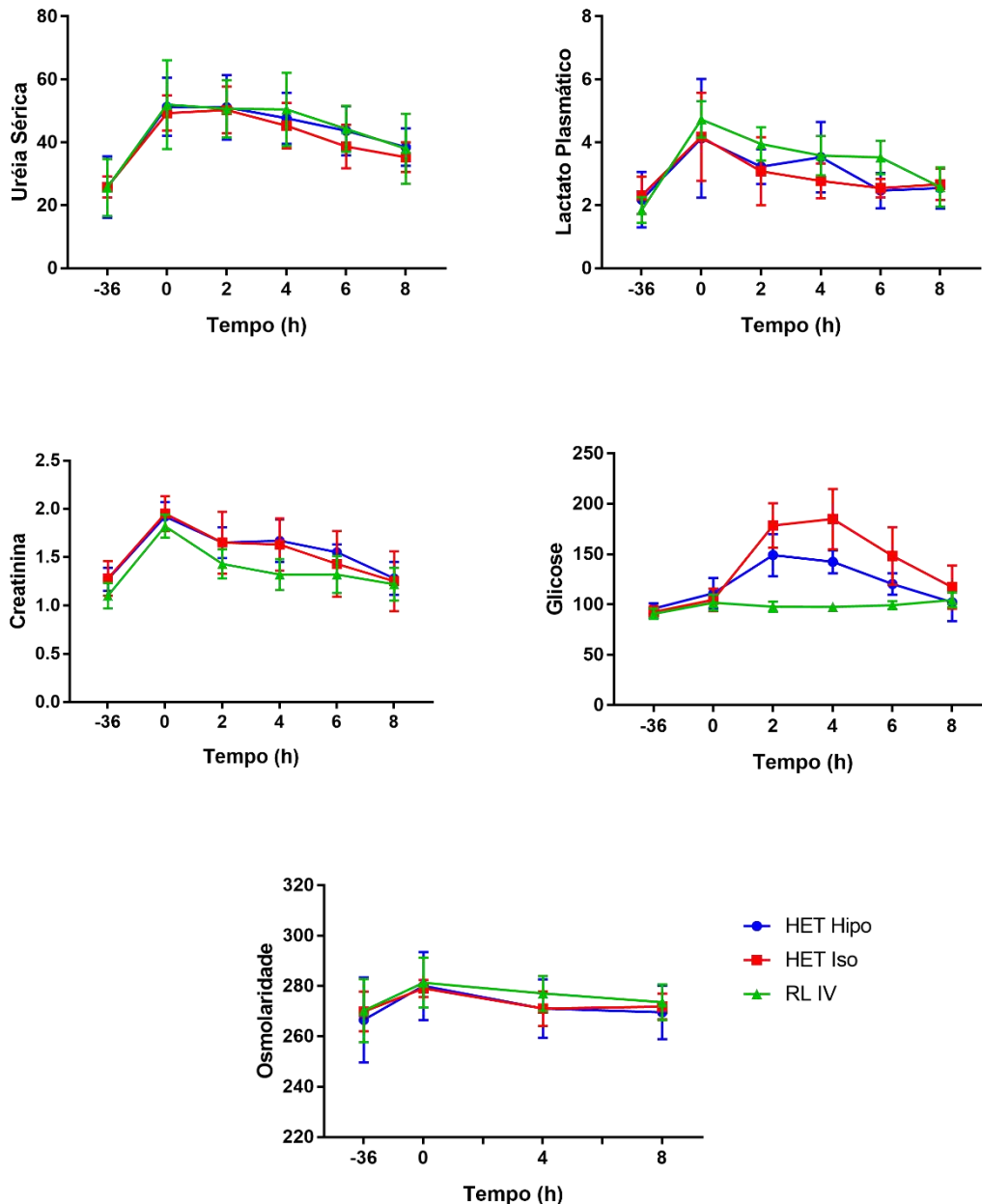


Figura 1: Dinâmica dos valores de ureia e creatinina séricas, lactato plasmático, glicemia e osmolaridade sérica.

Tabela 1: Valores médios e desvio-padrão de Ureia Sérica (mg/dL), Lactato Plasmático (mMol/L), Creatinina Sérica (mg/dL), Glicemia (mg/L) e Osmolaridade Sérica (mMol/L) em Equinos submetidos ao jejum e tratados em delineamento *crossover* 6 X 3 com diferentes modalidades de terapia hidroeletrólítica.

TRATAMENTO	Tempo									
	(-)36h	0h	2h	4h	6h	8h				
Ureia Sérica										
SeHipo	25,83 ^{Aa} ± 9,77	51,33 ^{Ab} ± 9,22	51,17 ^{Ab} ± 10,25	47,67 ^{Ab} ± 8,09	43,67 ^{Ab} ± 7,74	38,50 ^{Aa} ± 5,96				
Selso	25,83 ^{Aa} ± 3,31	49,33 ^{Ab} ± 5,57	50,33 ^{Ab} ± 7,45	45,33 ^{Ab} ± 7,26	38,67 ^{Ab} ± 6,92	35,33 ^{Aa} ± 4,68				
RL IV	25,67 ^{Aa} ± 9,05	52,00 ^{Ab} ± 14,09	50,67 ^{Ab} ± 9,11	50,50 ^{Ab} ± 11,61	44,33 ^{Ab} ± 7,28	38,00 ^{Aa} ± 11,10				
Lactato Plasmático										
SeHipo	2,18 ^{Aa} ± 0,88	4,13 ^{Ab} ± 1,89	3,23 ^{Ab} ± 0,55	3,53 ^{Ab} ± 1,12	2,47 ^{Aa} ± 0,56	2,55 ^{Aa} ± 0,65				
Selso	2,32 ^{Aa} ± 0,59	4,18 ^{Ab} ± 1,40	3,08 ^{Ab} ± 1,08	2,78 ^{Aa} ± 0,55	2,55 ^{Aa} ± 0,29	2,67 ^{Aa} ± 0,50				
RL IV	1,85 ^{Aa} ± 0,41	4,73 ^{Ab} ± 0,58	3,95 ^{Ab} ± 0,53	3,58 ^{Ab} ± 0,62	3,52 ^{Ba} ± 0,53	2,58 ^{Aa} ± 0,62				
Creatinina Sérica										
SeHipo	1,27 ^{Aa} ± 0,12	1,92 ^{Ab} ± 0,15	1,65 ^{Ac} ± 0,16	1,67 ^{Ac} ± 0,22	1,55 ^{Ac} ± 0,08	1,28 ^{Aa} ± 0,17				
Selso	1,28 ^{Aa} ± 0,18	1,95 ^{Ab} ± 0,18	1,65 ^{Ac} ± 0,32	1,63 ^{Ac} ± 0,27	1,43 ^{Ac} ± 0,34	1,25 ^{Aa} ± 0,31				
RL IV	1,10 ^{Aa} ± 0,13	1,82 ^{Ab} ± 0,12	1,43 ^{Bc} ± 0,15	1,32 ^{Bc} ± 0,16	1,32 ^{Ac} ± 0,19	1,22 ^{Aa} ± 0,17				
Glicemia										
SeHipo	96,00 ^{Aa} ± 5,10	111,17 ^{Ab} ± 15,00	149,00 ^{Ac} ± 20,99	142,33 ^{Ac} ± 11,36	120,33 ^{Ac} ± 10,58	102,17 ^{Aa} ± 18,71				
Selso	92,50 ^{Aa} ± 5,68	104,67 ^{Ab} ± 11,15	178,50 ^{Bc} ± 22,12	184,83 ^{Bc} ± 29,94	148,17 ^{Bc} ± 28,53	117,17 ^{Aa} ± 21,49				
RL IV	90,83 ^{Aa} ± 5,04	101,83 ^{Ab} ± 7,83	97,83 ^{Cb} ± 5,04	97,67 ^{Cb} ± 3,14	99,33 ^{Ac} ± 3,93	104,50 ^{Ab} ± 7,34				
Osmolaridade Sérica										
SeHipo	266,50 ^{Aa} ± 16,84	280,00 ^{Ab} ± 13,49		271,00 ^{Aa} ± 11,59		269,50 ^{Aa} ± 10,60				
Selso	269,83 ^{Aa} ± 7,91	279,00 ^{Ab} ± 3,41		271,00 ^{Aa} ± 6,87		271,83 ^{Aa} ± 5,12				
RL IV	270,17 ^{Aa} ± 12,51	281,33 ^{Ab} ± 9,91		277,00 ^{Aa} ± 6,96		273,50 ^{Aa} ± 7,12				

Valores médios seguidos por letras maiúsculas diferentes na mesma coluna ou por letras minúsculas diferentes na mesma linha diferem estatisticamente entre si ($p < 0,05$).

A tabela 2 expressa os valores dos eletrólitos séricos mensurados, a dinâmica dessas variáveis ao longo do período de jejum pré-tratamento e suas variações ao longo dos três tratamentos propostos.

O sódio sérico não foi afetado pelo PD e nem pelos diferentes tratamentos ao longo do período experimental, o que demonstra que mecanismos fisiológicos, notadamente endócrinos e renais, atuaram para a manutenção de tais valores dentro do intervalo de referência para a espécie. Nenhuma das terapias HETfc, principalmente a SeHIPO, determinou o desenvolvimento de hiponatremia. Porém, foi possível observar que no grupo RL IV houve a manutenção de valores desse eletrólito no soro significativamente maiores quando comparados aos tratamentos enterais nas seis primeiras horas. Tal fato pode ser explicado pelo teor de sódio nessa solução e também por ela ser administrada diretamente no leito vascular. Contudo, ao fim das oito horas, o organismo atuou para equilibrar tais valores, muito provavelmente pela ação do Peptídeo Natriurético Atrial (PNA), que estimulou a natriurese no grupo RL, levando assim os valores de sódio sérico para os níveis basais ao término das oito horas.

O período PD foi capaz de diminuir de forma significativa os valores de potássio sérico sem, no entanto, causar hipocalcemia. O jejum alimentar pode ser incriminado, pois as forrageiras são as principais fontes de potássio para os equinos. Os três tratamentos foram eficazes em reverter essa diminuição, sendo que o tratamento HIPO se mostrou mais eficaz nesse sentido, pois promoveu retorno dos níveis de potássio de forma mais precoce do que os outros tratamentos. No final do período de oito horas, todos os tratamentos foram eficazes em retornar tais valores aos níveis basais.

Também o cloreto sérico foi afetado pelo período PD, demonstrando queda significativa dos seus valores que pode ser creditada à ação depressora de cloreto da furosemida. Os três tratamentos foram eficazes em repor os valores de cloreto sérico, sendo que no grupo SeISO houve uma superação desses valores com números significativamente maiores do que no início do experimento.

Os valores de cálcio ionizado sérico em todos os grupos experimentais tiveram valores inferiores aos dados de valores de referência consultados na literatura. Ainda assim, eles demonstraram diminuição significativa após o período de jejum e as aplicações de furosemida. Tal fato pode ser creditado pela indução da micção causado pelo fármaco diurético aliado ao jejum alimentar que comprometeu os níveis desse elemento. A dinâmica dos valores de cálcio ionizado sérico demonstrou que as soluções enterais HIPO e ISO foram mais eficazes em relação ao tratamento RL IV na reposição

e manutenção dos níveis sanguíneos desse importante elemento. Isso pode ser explicado pela adição de acetato de cálcio às soluções enterais, enquanto que o teor de cálcio na solução de ringer lactato demonstrou não ser o suficiente para reverter o quadro causado pelo período pré-tratamento ao longo das oito horas experimentais.

Em relação ao magnésio, ao contrário do que foi observado nos eletrólitos anteriores, seu nível sérico teve aumento significativo após o período de jejum e de aplicação da furosemida. Da mesma forma comportou-se o fósforo sérico. Tal fato pode ser explicado pela ação da furosemida em estimular a excreção de sódio e cloreto, o que leva a mecanismos compensatórios para a manutenção da eletroneutralidade. Além disso, a hipovolemia com conseqüente hemoconcentração também pôde contribuir para o aumento dos níveis de magnésio e fósforo no soro durante o período pré-tratamento.

Os três tratamentos foram capazes de reverter o aumento do magnésio sérico. Porém, o tratamento RL promoveu ao final das oito horas experimentais uma hipomagnesemia, demonstrando assim, que as soluções enterais foram mais eficientes na promoção e manutenção dos níveis de magnésio sérico.

Da mesma forma, os tratamentos enterais foram eficazes em reverter o aumento do fósforo sérico ao longo das oito horas de tratamento, sem causar, no entanto, hipofosfatemia. Porém, o tratamento RL promoveu uma manutenção constante do aumento dos níveis de fósforo sérico, ainda que dentro do intervalo de valores considerados normais para a espécie.

A figura 2 demonstra a dinâmica dos eletrólitos séricos durante o período experimental nos diferentes tratamentos.

Tabela 2: Valores médios e desvio-padrão de Sódio, Potássio e Cloreto Sérico (mMol/L) e de Cálcio Ionizado, Magnésio e Fósforo Sérico (mg/dL) em Equinos submetidos ao jejum e tratados em delineamento *crossover* 6 X 3 com diferentes modalidades de terapia hidroeletrólítica.

TRATAMENTO	Tempo									
	(-)-36h	0h	2h	4h	6h	8h				
Sódio Sérico										
SeHipo	134,00 ^{Aa} ± 2,53	133,17 ^{Aa} ± 5,53	130,17 ^{Aa} ± 5,34	130,00 ^{Aa} ± 4,47	131,33 ^{Aa} ± 4,37	134,00 ^{Aa} ± 4,56				
Selso	134,17 ^{Aa} ± 4,88	133,67 ^{Aa} ± 3,33	131,00 ^{Aa} ± 2,53	130,67 ^{Aa} ± 1,75	132,50 ^{Aa} ± 1,87	134,50 ^{Aa} ± 3,27				
RL IV	133,17 ^{Aa} ± 5,56	134,17 ^{Aa} ± 4,83	134,67 ^{Ba} ± 4,72	134,83 ^{Ba} ± 4,58	135,17 ^{Ba} ± 4,22	134,67 ^{Aa} ± 4,50				
Potássio Sérico										
SeHipo	4,30 ^{Aa} ± 0,37	3,38 ^{Ab} ± 0,31	3,55 ^{Ab} ± 0,29	3,75 ^{Ab} ± 0,26	3,85 ^{Aa} ± 0,19	3,93 ^{Aa} ± 0,15				
Selso	4,13 ^{Aa} ± 0,85	3,50 ^{Ab} ± 0,32	3,53 ^{Ab} ± 0,28	3,57 ^{Ab} ± 0,22	3,73 ^{Ba} ± 0,23	3,85 ^{Aa} ± 0,15				
RL IV	3,90 ^{Aa} ± 0,35	3,47 ^{Ab} ± 0,34	3,50 ^{Ab} ± 0,33	3,48 ^{Ab} ± 0,25	3,55 ^{Ba} ± 0,19	3,65 ^{Aa} ± 0,25				
Cloreto Sérico										
SeHipo	98,50 ^{Aa} ± 4,32	94,83 ^{Ab} ± 3,66	96,83 ^{Ab} ± 3,19	97,17 ^{Aa} ± 3,13	104,00 ^{Ac} ± 3,58	101,17 ^{Aa} ± 4,31				
Selso	101,00 ^{Aa} ± 3,69	95,83 ^{Ab} ± 5,74	98,67 ^{Ab} ± 2,42	100,33 ^{Aa} ± 3,20	102,00 ^{Ac} ± 2,37	105,50 ^{Bc} ± 3,27				
RL IV	99,50 ^{Aa} ± 2,43	94,33 ^{Ab} ± 1,75	97,50 ^{Ab} ± 3,08	98,33 ^{Aa} ± 1,75	98,17 ^{Ba} ± 2,56	100,83 ^{Aa} ± 2,56				
Cálcio Ionizado Sérico										
SeHipo	1,75 ^{Aa} ± 0,07	1,56 ^{Ab} ± 0,16	1,84 ^{Aa} ± 0,08	1,86 ^{Aa} ± 0,18	1,81 ^{Aa} ± 0,12	1,78 ^{Aa} ± 0,12				
Selso	1,67 ^{Aa} ± 0,08	1,51 ^{Ab} ± 0,13	1,80 ^{Aa} ± 0,14	1,85 ^{Aa} ± 0,14	1,81 ^{Aa} ± 0,13	1,80 ^{Aa} ± 0,11				
RL IV	1,73 ^{Aa} ± 0,08	1,47 ^{Ab} ± 0,15	1,47 ^{Bb} ± 0,13	1,50 ^{Bb} ± 0,15	1,50 ^{Bb} ± 0,14	1,52 ^{Bb} ± 0,16				
Magnésio Sérico										
SeHipo	1,68 ^{Aa} ± 0,19	2,13 ^{Ab} ± 0,23	1,65 ^{Aa} ± 0,32	1,47 ^{Ac} ± 0,19	1,38 ^{Ac} ± 0,12	1,28 ^{Ad} ± 0,08				
Selso	1,85 ^{Aa} ± 0,36	2,25 ^{Ab} ± 0,22	1,95 ^{Ba} ± 0,28	1,58 ^{Ac} ± 0,29	1,45 ^{Ac} ± 0,24	1,40 ^{Ac} ± 0,43				
RL IV	1,65 ^{Aa} ± 0,14	1,98 ^{Ab} ± 0,15	1,20 ^{Cc} ± 0,14	1,03 ^{Bd} ± 0,14	1,03 ^{Bd} ± 0,20	0,85 ^{Be} ± 0,10				
Fósforo Sérico										
SeHipo	1,87 ^{Aa} ± 0,74	2,88 ^{Ab} ± 0,84	2,57 ^{Ab} ± 1,03	2,37 ^{Ab} ± 0,92	2,27 ^{Ab} ± 0,73	2,05 ^{Aa} ± 0,41				
Selso	1,77 ^{Aa} ± 0,60	2,98 ^{Ab} ± 0,73	1,88 ^{Aa} ± 0,69	1,65 ^{Aa} ± 0,52	1,57 ^{Ba} ± 0,58	1,47 ^{Ba} ± 0,56				
RL IV	1,92 ^{Aa} ± 0,57	3,32 ^{Ab} ± 0,51	2,90 ^{Ab} ± 1,09	2,50 ^{Ac} ± 0,69	2,55 ^{Cc} ± 0,51	2,57 ^{Cc} ± 0,81				

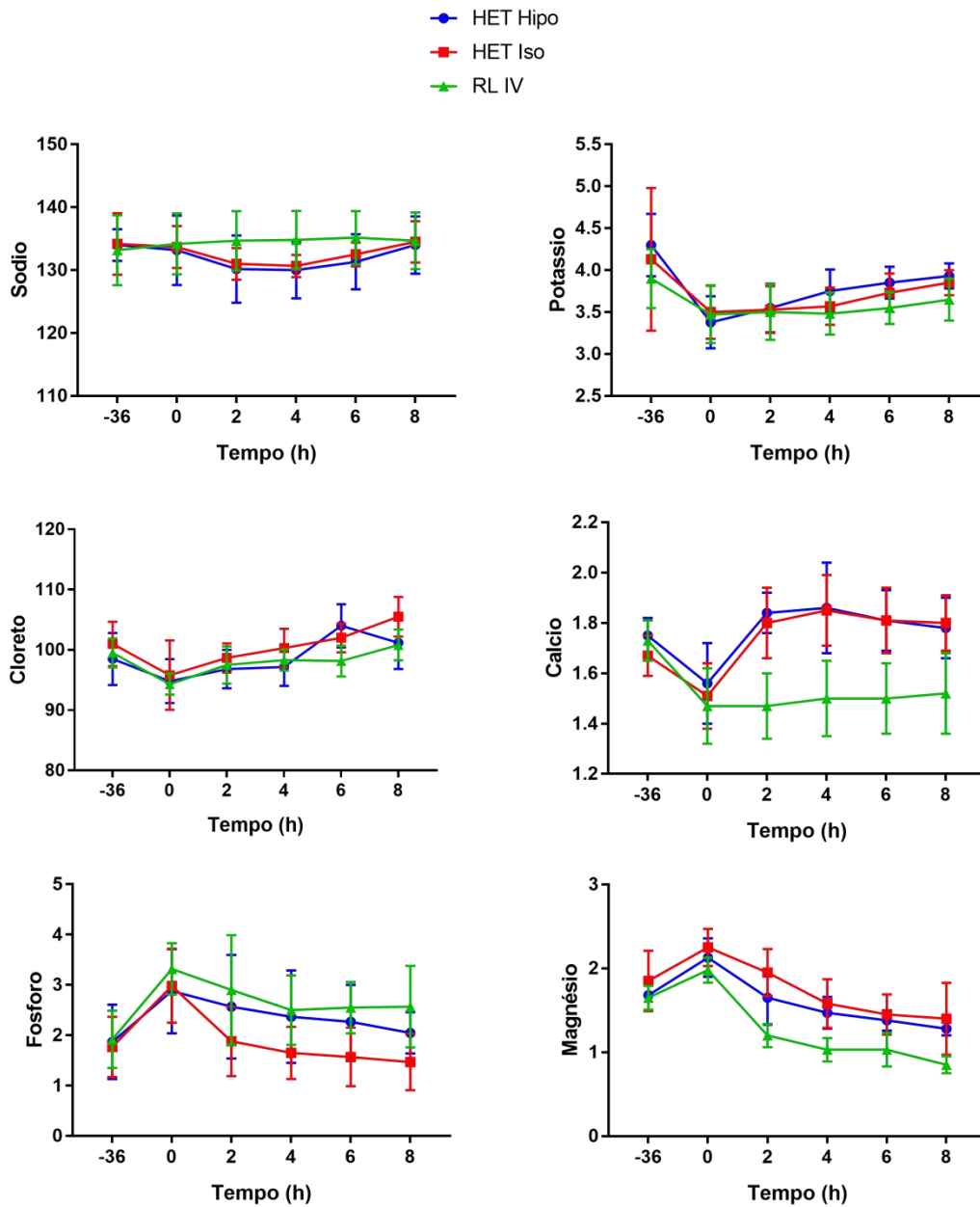


Figura 2: Dinâmica dos valores de eletrólitos séricos.

2. Discussão

No presente estudo os marcadores bioquímicos séricos do equilíbrio hídrico que são utilizados na avaliação clínica da desidratação e das alterações da volemia tiveram comportamento semelhante entre os tratamentos propostos, mostrando que todos foram eficazes em reverter as alterações determinadas pelo período PD de jejum e aplicações de furosemida.

Ainda que se possa afirmar que a ureia e a creatinina sérica sejam marcadores pouco sensíveis para a avaliação da função renal (WILSON, 2007), tais parâmetros podem ser utilizados na avaliação do equilíbrio hídrico em equinos, uma vez que seus valores refletem a volemia e a perfusão renal (WALTON, 2013) (McGOWAN e HODGSON, 2014). No presente estudo, tanto a ureia quanto a creatinina tiveram seus valores aumentados após o período PD, demonstrando assim o desenvolvimento de diminuição da volemia e da TFG, ainda que tais valores não tivessem ultrapassado os limites considerados de referência para a espécie. Sendo assim, o protocolo de indução da desidratação foi capaz de determinar um grau moderado, em torno de 10%, de desidratação sem, no entanto, ter gerado azotemia pré-renal (WILSON, 2007).

Os valores de ureia e creatinina regrediram progressivamente aos valores basais após as 8 horas de tratamento em todos os grupos experimentais, demonstrando assim eficácia semelhante em promover a volemia, a perfusão tecidual e a TFG de forma equivalente ao fim do período experimental. Esse fato pode ser creditado também à hemodiluição, e não apenas ao aumento da excreção renal da ureia e da creatinina, já que em nenhum momento esses valores atingiram valores abaixo do intervalo de referência para a espécie (WILSON, 2007).

Porém, foi possível observar que nos primeiros momentos experimentais (T2 e T4) o tratamento RL IV foi mais efetivo em diminuir os valores de creatinina quando comparado aos tratamentos enterais. Tal fato corrobora os achados anteriormente reportados no presente estudo para a dinâmica dos valores de VG, PPT e %VP. Contudo, essa diferença não foi observada nos momentos finais (T6 e T8).

A redução nos valores séricos de ureia, mas não os de creatinina, foi observada num estudo que avaliou os efeitos de 12 horas de tratamento numa taxa de infusão de 15 ml/kg/h de três formulações distintas de terapia HET hipotônicas em equinos hígidos (RIBEIRO FILHO et al., 2014a). Porém, nesse estudo os animais não foram submetidos

à indução experimental de desidratação, o que pode comprometer a avaliação da resposta aos tratamentos hídricos pela utilização desses marcadores bioquímicos.

Outro importante marcador laboratorial da volemia e do equilíbrio hídrico é o lactato plasmático (ALVES et al., 2008). Essa substância é oriunda do metabolismo anaeróbico e tende a aumentar nas situações que cursam com hipovolemia e diminuição da perfusão tecidual (WALTON, 213). Além disso, o lactato plasmático serve ainda como parâmetro de avaliação da eficácia de um plano terapêutico de hidratação no paciente equino (ALVES et al., 2008).

No presente estudo os valores de lactato plasmático confirmaram o desenvolvimento de diminuição da volemia e da perfusão tecidual tendo aumentado seus valores de forma significativa em resposta ao protocolo de indução experimental de desidratação proposto. Uma observação importante é de que desde o início do período experimental, ainda antes da indução da desidratação, os valores de lactato plasmático se encontravam acima do que é considerado como referência para espécie equina, fato esse que pode ser creditado às condições particulares e específicas da população estudada.

De fato, todos os tratamentos foram eficazes em reverter esse aumento de forma semelhante, demonstrando assim eficácia equivalente entre os tratamentos enterais HETfc e o RL IV em promover a expansão volêmica e a perfusão tecidual, ainda que no T6 tenha havido um valor significativamente maior no grupo RL IV.

O efeito da terapia RL IV sobre a expansão plasmática e a perfusão tecidual, traduzido pela diminuição dos valores de lactato plasmático em equinos desidratados é bem reconhecido (ALVES et al., 2008) (FIELDING e MAGDESIAN, 2015). Nesse mesmo sentido, a diminuição do lactato plasmático induzido pelo uso de diferentes formulações de terapias HETfc em equinos foi relatado anteriormente (RIBEIRO FILHO et al, 2014b), o que confirma a ação eficaz dessas terapias em também expandir o volume plasmático e promover a perfusão tecidual. Dessa forma, a dinâmica apresentada pelos valores do lactato plasmático como marcador da volemia e perfusão tecidual confirmou a equivalente eficiência das terapias HETfc frente ao tratamento RL IV nas presentes condições experimentais.

A dinâmica dos valores de osmolaridade sérica nos diferentes grupos corroborou a promoção da expansão plasmática e da volemia demonstradas pelos valores de lactato plasmático nas diferentes modalidades de hidratação estudadas, uma vez que todas elas foram eficientes em reverter o aumento da osmolaridade sérica que ocorreu pelo

aumento da concentração de solutos séricos decorrentes da perda hídrica induzida pelo período pré-tratamento. O efeito na diminuição da osmolaridade sérica não foi demonstrado pela utilização de diferentes formulações de tratamentos HET em equinos por 12 horas na taxa de infusão de 15 mL/kg/h em estudo anterior (RIBEIRO FILHO et al., 2014b). Porém, nesse experimento os animais não foram desidratados experimentalmente, sendo que nesse contexto, o fato de não causarem diminuição da osmolaridade sérica foi considerada como uma vantagem, já que uma das preocupações do uso de soluções enterais hipotônicas em equinos é desenvolvimento da diminuição da osmolaridade sérica e hiponatremia.

O objetivo de se adicionar glicídios às soluções eletrolíticas enterais para equinos é o fornecimento de energia, já que a presença dessas substâncias não demonstrou aumento de absorção intestinal das mesmas (AVANZA et al., 2009), sendo que umas das preocupações do uso das soluções eletrolíticas enterais associadas a fontes de energia em equinos é a promoção da atividade fermentativa intestinal, o que poderia gerar acidose láctica e outras complicações (LOPES, 2015). Por outro lado, a maltodextrina e a dextrose, polímeros da glicose, são substâncias consideradas de alta metabolização e biodisponibilidade para a absorção intestinal pré-cecal em equinos (NUNES et al., 2012).

Foi possível observar que o período de PD induziu de forma significativa um aumento da glicemia em todos os grupos. Tal fato pode ser creditado à indução de gliconeogênese pelo recrutamento das reservas energéticas corporais devido ao jejum alimentar (WALTON, 2013). Tal efeito não foi observado em protocolos que submeteram equinos a diferentes períodos de jejum (BERTIN, et al., 2016). Porém, nesse estudo o período mais prolongado de jejum não ultrapassou às 12 horas. Outro mecanismo que pode ter contribuído para esse fenômeno foi o estresse (HASSEL et al., 2009) induzido pelo PD.

Nesse sentido, os resultados do presente estudo demonstraram a diferença na manutenção e promoção da glicemia entre os grupos HETfc e o RL IV. A diferença significativa na glicemia nos diferentes tempos entre os grupos pode ser explicada pela formulação de cada solução eletrolítica. A solução RL não possui fontes de energia, tendo assim o grupo RL IV demonstrado valores significativamente inferiores de glicemia ao longo dos períodos experimentais quando comparado aos grupos HETfc, ainda que não tenha havido desenvolvimento de hipoglicemia.

Os grupos HETfc tiveram valores significativamente maiores de glicemia, com destaque para o grupo SeISO quando comparado ao grupo SeHIPO. Tal diferença pode ser justificada pelo maior quantidade de fontes de energia na formulação da solução isotônica. Porém, os resultados nos diferentes grupos demonstraram a ação dos mecanismos regulatórios da glicemia em todos os grupos.

A eficiência em promover a glicemia das soluções HET associadas a fontes de energia altamente metabolizáveis foi observada anteriormente em outros estudos, tanto quando comparadas a outras modalidades de terapias hídras como o RL IV (GOMES et al., 2014a), quanto quando estudadas diferentes formulações de tratamentos HET (RIBEIRO FILHO et al., 2014b). Dessa forma, a adição de fontes de energia nas formulações HET para a terapia hidroeletrólítica em equinos demonstrou ser uma vantagem frente à terapia RL IV no presente delineamento experimental.

Em relação à dinâmica dos valores dos eletrólitos séricos, houve comportamentos diferentes entre as terapias HET e a terapia RL IV, para alguns desses elementos. É importante destacar que os valores séricos dos eletrólitos podem não refletir o seu estado em todos os compartimentos hídras, principalmente daqueles que têm maiores concentrações no compartimento intracelular, tais como o potássio e o magnésio (ALVES et al., 2008). Além disso, tais valores, ainda que possam ser influenciados pelo protocolo experimental de indução de desidratação e pelas diferentes modalidades de terapias hidroeletrólíticas aqui estudadas, são diretamente controlados por mecanismos orgânicos, principalmente endócrinos e renais, que trabalham no sentido de manter tais valores de eletrólitos séricos dentro da faixa de normalidade (FIELDING e MAGDESIAN, 2015), ainda mais considerando que os animais utilizados se encontravam em estado normal de hidratação.

O sódio sérico não foi afetado pelo protocolo de indução experimental de desidratação. Além disso, nos grupos HETfc não foram demonstradas quaisquer alterações nesses valores ao longo do período experimental, inclusive no grupo SeHIPO. Esses dados corroboram a segurança do uso de soluções enterais hipotônicas, dentro da formulação aqui proposta, como solução de reposição em equinos, uma vez que uma grande preocupação no uso dessas soluções é o desenvolvimento de hiponatremia e edemas (LOPES, 2015). Esses resultados foram semelhantes aos reportados anteriormente em equinos tratados com soluções enterais hipotônicas por até 12 horas na mesma taxa de infusão utilizada (RIBEIRO FILHO et al., 2014a) (RIBEIRO FILHO et al., 2014b). Esses autores afirmaram que tais achados são

importantes por demonstrarem que essas soluções por via nasogástrica são capazes de gerar absorção de água e eletrólitos sem induzir hiponatremia. Anteriormente, AVANZA et al. (2009) já tinham demonstrado que a utilização de soluções enterais em equinos não determinou alterações nos níveis séricos de sódio. Um fato a se destacar é que a Organização Mundial da Saúde indica a utilização de soluções orais hipotônicas para o tratamento de pacientes humanos, principalmente de crianças, acometidos por quadro diarreicos (RAUTANEN et al., 1993), o que atesta a segurança dessas soluções.

Por outro lado, a terapia RL IV foi capaz de causar aumento significativo nos valores de sódio sérico nos tempos iniciais dos períodos experimentais quando comparados aos grupos HETfc. Tal fato pode ser creditado à formulação da solução RL que contém mais sódio (FIELDING e MAGDESIAN, 2015) do que as soluções HET utilizadas, além da taxa de infusão utilizada. Porém, tal efeito foi transitório e sem relevância clínica, uma vez que em nenhum momento os valores de sódio no grupo RL IV ultrapassaram os valores considerados normais para a espécie.

O potássio sérico foi afetado pelo período de indução experimental de desidratação. Tal fato pode ter sido creditado pelo jejum, uma vez que as forrageiras são fontes importantes de potássio (FRAPE, 2008). Além disso, a furosemida tem a capacidade de aumentar a excreção renal do potássio (BERTONE e HORSPOOL, 2004). Ainda assim, não houve desenvolvimento de hipocalemia. Tal efeito não foi observado em outros experimentos que utilizaram diferentes protocolos de indução experimental de desidratação em equinos (AVANZA et al., 2009) (SILVEIRA et al., 2012). Porém, nesses estudos os períodos de jejum foram menores do que os utilizados no presente experimento.

Todos os tratamentos foram eficientes em reverter a diminuição sérica do potássio, porém, no grupo HIPO esse efeito se deu de forma mais rápida, sendo que já no tempo 6 nesse grupo os valores eram maiores do que nos demais tratamentos. Esse fato pode ser creditado à maior eficiência de absorção intestinal de eletrólitos quando da utilização de soluções hipotônicas enterais (RIBEIRO FILHO, 2011) (RIBEIRO FILHO et al., 2014b).

Os valores de cloreto sérico diminuíram de forma significativa em todos os grupos em resposta ao protocolo de indução de desidratação. Tal efeito é justificado pela ação depressora da furosemida. Tal fenômeno não foi observado quando o protocolo experimental de indução da desidratação constituiu-se de somente 24 horas de

jejum e apenas uma aplicação de furosemida na dose de 3 mg/kg (AVANZA et al., 2009).

Todos os tratamentos foram capazes de reverter a depleção sérica do cloreto, com destaque para o tratamento enteral SeISO, onde esses valores foram significativamente maiores, possivelmente pelo maior teor de cloreto dessa solução, fato também observado por Avanza et al. (2009) e Ribeiro Filho et al. (2014b). Tal efeito não foi observado no grupo RL IV, o que pode ser justificado por esse tratamento induzir com mais velocidade a perfusão renal e a TFG, o que pôde manter os níveis séricos sem alterações, tal como observado por Cosenza et al. (2013).

As soluções enterais com formulações semelhantes às utilizadas no presente estudo não alteraram de forma significativa o cloreto sérico em equinos não submetidos à desidratação experimental (LOPES et al., 2012) (RIBEIRO FILHO et al., 2014a). Essa propriedade foi considerada fundamental para a utilização segura dessas soluções por via enteral, já que o aumento de cloreto poderia determinar alterações importantes no equilíbrio ácido base dos animais. Por outro lado, a utilização de diferentes soluções enterais foi capaz de elevar, ainda que de forma discreta, os teores séricos de cloreto sérico, fato creditado aos teores de cloreto dessas soluções que tem mais de uma fonte desse elemento (RIBEIRO FILHO et al., 2014b). Sendo assim, a dinâmica do cloreto sérico no grupo SeISO pode ser encarada como um potencial complicador do uso dessa terapia, principalmente ao ser comparada com o grupo SeHIPO.

O cálcio ionizado sérico é um marcador fundamental da homeostase. Houve diferença significativa na dinâmica dos valores de cálcio ionizado sérico entre os dois tratamentos HETfc e o RL IV, onde as terapias enterais foram mais eficientes em manter os níveis séricos desse elemento após a diminuição induzida pela desidratação experimental, principalmente por conta do período de jejum e pela ação diurética da furosemida, uma vez que naturalmente a urina dos equinos é rica em cálcio (WILSON, 2007). De fato, no grupo RL IV a diminuição do cálcio ionizado sérico não foi revertida até o final do período experimental. Esse fenômeno pode ser justificado pelo fato da solução de RL conter teores de cálcio inferiores aos do plasma equino (FIELDING e MAGDESIAN, 2015). Ainda, de acordo com Alves et al. (2008), por ser excretado naturalmente na urina dos equinos há necessidade de suplementação de cálcio quando da utilização da solução RL por via intravenosa em equinos, uma vez que essa solução não possui fontes de cálcio em quantidade suficiente.

Já as soluções enterais, tanto SeHIPO quanto SeISO possuem quantidades expressivas de fontes de cálcio. Isso justifica a eficácia dessas soluções em reverter a diminuição do cálcio ionizado sérico após o período PD. Essa diferença na formulação das soluções enterais justifica os resultados encontrados para o cálcio ionizado sérico.

Não foram observadas diferenças nos valores de cálcio ionizado entre os grupos SeHIPO e SeISO, o que difere de um estudo onde a solução isotônica, por ter quantidade maior de cálcio na sua composição, obteve valores maiores (RIBEIRO FILHO et al., 2014a). Por outro lado, Lopes et al. (2002), assim como Avanza et al. (2009) e Gomes et al. (2012) observaram diminuição dos valores de cálcio ionizado utilizando formulações enterais com menores teores desse elemento. Tais observações demonstram a importância da adição de fontes de cálcio nas soluções hidroeletrólíticas utilizadas nas terapias hídricas em equinos, já que os distúrbios do cálcio podem gerar complicações importantes nesses animais, tais como o íleo adinâmico e arritmias cardíacas (ALVES et al., 2008).

Portanto, em relação ao cálcio ionizado, as terapias enterais foram mais eficazes do que o tratamento intravenoso com a solução RL, fato que configura uma vantagem das terapias HETfc em relação ao tratamento RL IV.

Da mesma forma, os tratamentos enterais foram mais eficazes na manutenção dos níveis séricos do magnésio. Esse elemento teve aumento de seus valores após o período de indução da desidratação. Esse fato pode ser justificado pela hemoconcentração e pela ação compensatória renal ao preservar esse cátion em troca da excreção de sódio estimulada pela furosemida. Todos os tratamentos revertem esse aumento ao repor a volemia, porém, no grupo RL IV, houve uma maior tendência à diminuição gradual desse eletrólito, provavelmente por hemodiluição (RIBEIRO FILHO et al., 2014b). Tal fato se justifica pela ausência de fontes de magnésio na solução de Ringer Lactato (FIELDING e MAGDESIAN, 2015). A não adição de fontes de magnésio nas soluções enterais também leva à diminuição desse elemento nas terapias HET, como descrito por Avanza et al. (2009) e Farias et al. (2011).

O ligeiro decréscimo dos valores de magnésio observados nos grupos tratados com as terapias HETfc, ainda que tenham sido adicionadas fontes de magnésio a essas soluções também foi observada anteriormente (RIBEIRO FILHO et al., 2014a) (RIBEIRO FILHO et al., 2014b). Segundo os autores esse fenômeno se deu pela hemodiluição induzida pelas terapias hídricas, mesmo nas soluções que continham fontes de magnésio. De acordo com Avanza et al. (2009) a diminuição do magnésio

sérico é uma complicação importante das terapias hidroeletrolíticas enterais. Porém, a diminuição observada nos tratamentos HETfc para os valores séricos de magnésio foi significativamente mais discreta ao ser comparada com o grupo RL IV, fato esse que configura mais uma vantagem das terapias enterais.

Finalmente, em relação ao fósforo sérico houve comportamento distinto para cada grupo experimental, uma vez que não houve adição desse elemento nas soluções enterais, assim como a solução RL não contém tal elemento. Portanto, a dinâmica dos valores desse elemento pode ser creditada à hemodiluição provocada pelos tratamentos hídricos, como observado por Ribeiro Filho et al. (2014a) e Ribeiro Filho et al. (2014b), associada aos mecanismos endócrinos naturais de regulação do fósforo orgânico (FIELADING e MAGDESIAN, 2015).

3. Conclusão

As terapias HETfc foram tão eficientes quanto o tratamento RL IV em reverter as alterações determinadas pela indução experimental de desidratação nos diferentes marcadores bioquímicos utilizados, assim como nos valores dos principais eletrólitos séricos, com destaque para a manutenção dos valores de cálcio e magnésio, além da promoção da normoglicemia. O tratamento SeISO demonstrou determinar aumento significativo dos valores de cloreto sérico, o que pode ser encarado como potencial gerador de complicações desse tratamento. Apesar disso, essas observações atestam a eficiência dos tratamentos HETfc, que demonstraram algumas vantagens sobre a terapia RL IV, justificando assim, a utilização dessa modalidade de terapia hidroeletrolítica na rotina clínica em equinos.

CAPÍTULO 4

AVALIAÇÃO DOS EFEITOS DE SOLUÇÕES ELETROLÍTICAS ENTERAIS COM DIFERENTES OSMOLARIDADES E DO RINGER LACTATO EM EQUINOS DESIDRATADOS EXPERIMENTALMENTE PELA UTILIZAÇÃO DE PARÂMETROS DA URINÁLISE E DA BIOQUÍMICA URINÁRIA

1. Resultados

A tabela 1 expressa os valores de volume urinário, ou volume de micção espontânea, de pH urinário e de densidade da urina ao longo dos períodos experimentais nos três tratamentos propostos. Em relação ao volume urinário, ficou evidenciado que todos os tratamentos foram capazes de estimular a micção já a partir das duas horas de tratamento com aumento regular do volume de micção ao longo do período dos tratamentos. Da mesma forma, o aspecto visual de coloração da urina colhida pela sondagem uretral demonstrou modificação acentuada, sendo que a coloração da urina no tempo 2 a 4 era âmbar escura, evoluindo para uma urina clara, translúcida e límpida nos tempos 6 e 8. Essas observações permitem a afirmação de que todos os tratamentos levaram à expansão plasmática, aumento da perfusão tecidual e da TFG. Porém, de forma marcante, o tratamento RL IV promoveu micção de volumes significativamente superiores quando comparados ao volume de micção estimulado pelos tratamentos HETfc.

O pH urinário não sofreu alterações significativas decorrentes do período PD. Porém, houve diferença entre o tratamento RL IV e os tratamentos HETfc para essa variável, onde a administração intravenosa de Ringer Lactato gerou uma alcalinização transitória da urina, percebida principalmente nos tempos 4 e 6, fato não ocorrido nos demais tratamentos.

A densidade urinária, marcador sensível da volemia, aumentou de forma significativa como consequência do protocolo PD. Esse fato demonstra a capacidade renal dos animais em concentrar a urina e comprova que houve o desenvolvimento de uma marcante hipovolemia com queda da TFG. A observação dos valores de densidade urinária ao longo do período experimental revela que os três tratamentos foram capazes, de forma equivalente, de reverter o aumento da densidade urinária, promovendo a

produção de urina diluída, ou seja, levando à condição de hipostenúria ao final das 8 horas de tratamento. Esse fato comprova a eficiência similar dos três tratamentos em promover volemia e aumentar a TFG nas condições experimentais propostas. A figura 1 apresenta a dinâmica desses valores ao longo do período experimental.

Na tabela 2 estão demonstrados os valores de ureia, creatinina e glicose na urina. A dinâmica de teores de ureia e creatinina urinárias revelam que houve no período pré-tratamento concentração acentuada da urina, sendo que todos os tratamentos, ainda que de formas distintas, foram capazes de ao longo de período experimental diluir a urina ocasionando decréscimo significativo desses valores.

Os valores de glicose urinária demonstraram que nos grupos tratados com as soluções HETfc, com adição de fontes de energia, houve excreção e presença de glicose nas amostras urinárias em alguns tempos experimentais, notadamente do grupo SeISO, ainda que tais valores possam ser considerados relativamente baixos. Na figura 2 está exposta a variação desses valores nos diferentes tratamentos ao longo dos tempos experimentais.

Na tabela 3 estão demonstrados os valores para os eletrólitos urinários. Esses elementos tiveram comportamentos semelhantes no período pré-tratamento, revelando um aumento de seus valores na urina após as 36 horas de jejum hídrico-alimentar e as duas aplicações de furosemida, o que pode ser creditado ao aumento da concentração da urina estimulado pela desidratação desenvolvida e a ação de mecanismos endócrinos de preservação da volemia. Porém, o cloreto urinário teve diminuição após esse período, fato esse consequente da ação depressora da furosemida que estimula a excreção desse elemento.

Os distintos tratamentos promoveram marcantes diferenças nos valores urinários de alguns dos eletrólitos ao longo das oito horas experimentais. Os valores urinários de potássio, cálcio e magnésio revelaram que em todos os tratamentos houve diminuição desses eletrólitos pela formação de urina diluída. Ainda assim, os valores de cálcio e magnésio foram significativamente menores no grupo RL IV ao fim dos períodos de tratamento, corroborando que os tratamentos HETfc se mostraram mais eficientes na reposição e fornecimento desses elementos.

Em relação aos valores urinários de sódio e cloreto foram desenvolvidas marcantes diferenças determinadas pelos tratamentos. Os tratamentos HETfc, tanto SeHIPO quanto SeISO, mantiveram a tendência de diminuir de acordo com a formação de urina diluída, enquanto que no tratamento RL IV houve expressivo aumento desses

valores ao longo do tempo, demonstrando que a solução de Ringer Lactato estimulou grande excreção urinária de sódio e cloreto. A figura 2 também expõe a dinâmica desses valores.

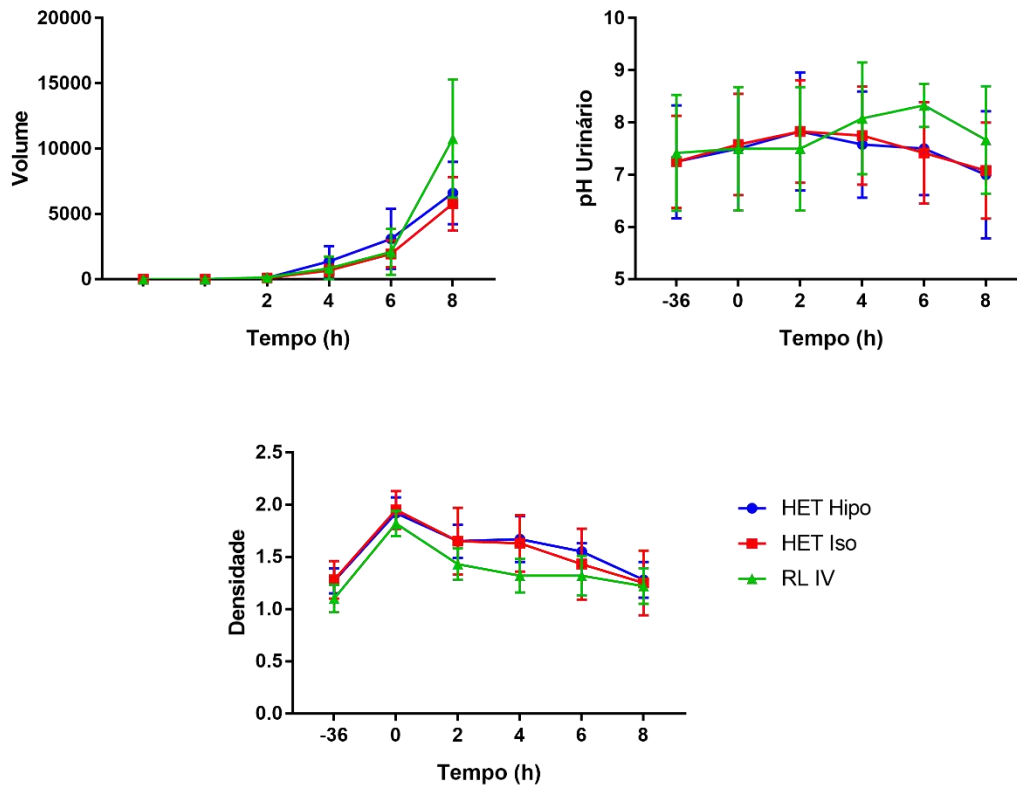


Figura 1: Dinâmica de volume, pH e densidade urinárias.

Tabela 1: Valores médios e desvio-padrão de Volume Urinário (ml), pH urinário e Densidade Urinária em Equinos submetidos ao jejum e tratados em delineamento *crossover* 6 X 3 com diferentes modalidades de terapia hidroeletrolítica.

TRATAMENTO	Tempo					
	(-)36h	0h	2h	4h	6h	8h
Volume Urinário						
SeHipo			110,00 ^{Aa} ± 67,90	1376,67 ^{Ab} ± 1163,90	3095,8 ^{Ac} ± 2296,51	6611,6 ^{Ad} ± 2384,28
Selso			97,50 ^{Aa} ± 73,06	675,00 ^{Ab} ± 413,22	1950,0 ^{Ac} ± 1017,84	5785,8 ^{Ad} ± 2036,25
RL IV			135,00 ^{Aa} ± 63,48	836,67 ^{Ab} ± 900,81	2100,0 ^{Ac} ± 1764,55	10775,0 ^{Bd} ± 4534,29
pH Urinário						
SeHipo	7,25 ^{Aa} ± 1,08	7,50 ^{Aa} ± 1,18	7,83 ^{Aa} ± 1,13	7,58 ^{Aa} ± 1,02	7,50 ^{Aa} ± 0,89	7,00 ^{Aa} ± 1,22
Selso	7,25 ^{Aa} ± 0,88	7,58 ^{Aa} ± 0,97	7,83 ^{Aa} ± 0,98	7,75 ^{Aa} ± 0,94	7,42 ^{Aa} ± 0,97	7,08 ^{Aa} ± 0,92
RL IV	7,42 ^{Aa} ± 1,11	7,50 ^{Aa} ± 1,18	7,50 ^{Aa} ± 1,18	8,08 ^{Bb} ± 1,07	8,33 ^{Bb} ± 0,41	7,67 ^{Aa} ± 1,03
Densidade urinária						
SeHipo	1010,0 ^{Aa} ± 6,81	1031,6 ^{Ab} ± 7,74	1030,0 ^{Ab} ± 12,52	1019,3 ^{Ab} ± 14,57	1007,0 ^{Aa} ± 4,86	1004,1 ^{Aa} ± 2,86
Selso	1007,6 ^{Aa} ± 6,12	1025,0 ^{Ab} ± 10,64	1025,6 ^{Ab} ± 8,62	1026,3 ^{Ab} ± 5,13	1013,0 ^{Ac} ± 7,35	1004,0 ^{Aa} ± 2,53
RL IV	1007,6 ^{Aa} ± 4,46	1031,0 ^{Ab} ± 11,71	1025,6 ^{Ab} ± 8,71	1024,6 ^{Ab} ± 11,15	1016,0 ^{Ac} ± 12,46	1005,6 ^{Aa} ± 2,94

Valores médios seguidos por letras maiúsculas diferentes na mesma coluna ou por letras minúsculas diferentes na mesma linha diferem estatisticamente entre si ($p < 0,05$).

Tabela 2: Valores médios e desvio-padrão de Ureia, Creatinina e Glicose na urina (mg/dL) em Equinos submetidos ao jejum e tratados em delineamento *crossover* 6 X 3 com diferentes modalidades de terapia hidroeletrólítica.

TRATAMENTO	Tempo										
	(-)36h	0h		2h		4h		6h		8h	
Ureia Urinária											
SeHipo	156,83 ^{Aa} ± 46,24	410,50 ^{Ab} ± 16,90	370,50 ^{Ab} ± 47,93	269,50 ^{Ac} ± 73,24	218,33 ^{Ac} ± 61,70	146,00 ^{Aa} ± 59,90					
Selso	172,83 ^{Aa} ± 73,89	477,83 ^{Ab} ± 71,72	374,00 ^{Ab} ± 150,23	354,67 ^{Ab} ± 107,49	314,00 ^{Ab} ± 81,20	172,17 ^{Aa} ± 38,84					
RL IV	224,33 ^{Aa} ± 104,24	627,67 ^{Bb} ± 55,01	628,17 ^{Bb} ± 63,36	606,17 ^{Bb} ± 100,78	467,50 ^{Bb} ± 170,17	166,67 ^{Aa} ± 92,07					
Creatinina Urinária											
SeHipo	39,58 ^{Aa} ± 29,93	472,50 ^{Ab} ± 119,25	437,50 ^{Ab} ± 241,52	236,67 ^{Ab} ± 123,59	33,07 ^{Aa} ± 26,26	10,83 ^{Ad} ± 8,61					
Selso	39,17 ^{Aa} ± 35,97	340,42 ^{Ab} ± 123,99	221,25 ^{Ab} ± 79,13	225,00 ^{Ab} ± 90,80	85,00 ^{Ba} ± 53,22	21,67 ^{Aa} ± 20,17					
RL IV	39,58 ^{Aa} ± 54,28	347,08 ^{Ab} ± 112,79	282,92 ^{Ab} ± 124,98	212,92 ^{Ab} ± 147,72	37,05 ^{Aa} ± 18,24	8,75 ^{Ad} ± 6,85					
Glicose Urinária											
SeHipo	0,00 ^{Aa} ± 0,00	0,00 ^{Aa} ± 0,00	0,00 ^{Aa} ± 0,00	0,33 ^{Ab} ± 0,82	0,00 ^{Aa} ± 0,00	0,17 ^{Ab} ± 0,41					
Selso	0,00 ^{Aa} ± 0,00	0,00 ^{Aa} ± 0,00	0,17 ^{Bb} ± 0,41	1,00 ^{Bc} ± 1,26	1,17 ^{Bc} ± 1,33	0,33 ^{Bb} ± 0,52					
RL IV	0,00 ^{Aa} ± 0,00	0,00 ^{Aa} ± 0,00	0,00 ^{Aa} ± 0,00	0,00 ^{Ca} ± 0,00	0,00 ^{Ca} ± 0,00	0,00 ^{Ca} ± 0,00					

Valores médios seguidos por letras maiúsculas diferentes na mesma coluna ou por letras minúsculas diferentes na mesma linha diferem estatisticamente entre si ($p < 0,05$).

Tabela 3: Valores médios e desvio-padrão de Sódio, Potássio e Cloreto (mMol/L) e de Cálcio e Magnésio (mg/dL) na urina em Equinos submetidos ao jejum e tratados em delineamento *crossover* 6 X 3 com diferentes modalidades de terapia hidroeletrólítica.

TRATAMENTO	Tempo					
	(-)36h	0h	2h	4h	6h	8h
Sódio Urinário						
SeHipo	13,33 ^{Aa} ± 11,78	42,33 ^{Ab} ± 38,09	22,50 ^{Ab} ± 29,15	8,00 ^{Aa} ± 11,63	6,17 ^{Aa} ± 8,28	14,17 ^{Aa} ± 11,55
Selso	14,33 ^{Aa} ± 19,33	47,50 ^{Ab} ± 41,13	20,33 ^{Ab} ± 34,45	16,33 ^{Aa} ± 26,70	21,17 ^{Aa} ± 26,12	21,17 ^{Aa} ± 28,92
RL IV	8,17 ^{Aa} ± 6,24	61,00 ^{Ab} ± 39,51	59,33 ^{Ab} ± 69,40	106,67 ^{Bc} ± 70,67	153,67 ^{Bc} ± 28,39	140,83 ^{Ba} ± 36,85
Potássio Urinário						
SeHipo	90,83 ^{Aa} ± 97,66	206,67 ^{Ab} ± 173,97	157,17 ^{Ab} ± 138,21	49,50 ^{Aa} ± 61,41	22,83 ^{Aa} ± 26,03	14,00 ^{Ac} ± 4,82
Selso	96,17 ^{Aa} ± 100,62	171,00 ^{Ab} ± 95,79	114,00 ^{Ab} ± 66,14	74,17 ^{Aa} ± 53,17	34,00 ^{Aa} ± 25,64	12,50 ^{Ac} ± 8,31
RL IV	84,00 ^{Aa} ± 89,02	194,00 ^{Ab} ± 162,36	128,67 ^{Ab} ± 110,64	120,33 ^{Bb} ± 94,80	34,67 ^{Aa} ± 27,08	10,00 ^{Ac} ± 4,34
Cloreto Urinário						
SeHipo	96,67 ^{Aa} ± 45,34	31,67 ^{Ab} ± 20,78	27,00 ^{Ab} ± 14,89	25,50 ^{Ab} ± 17,63	25,17 ^{Ab} ± 23,57	26,17 ^{Ab} ± 8,47
Selso	97,17 ^{Aa} ± 24,29	29,17 ^{Ab} ± 26,66	38,67 ^{Ab} ± 16,52	50,33 ^{Ab} ± 32,28	51,50 ^{Bc} ± 29,32	37,00 ^{Ab} ± 24,50
RL IV	81,67 ^{Aa} ± 70,01	27,00 ^{Ab} ± 24,86	31,00 ^{Ab} ± 23,14	36,17 ^{Ab} ± 28,10	71,67 ^{Ca} ± 29,40	102,67 ^{Bc} ± 44,47
Cálcio Urinário						
SeHipo	40,15 ^{Aa} ± 9,28	20,20 ^{Ab} ± 16,09	11,15 ^{Ab} ± 4,08	15,90 ^{Ab} ± 14,55	23,57 ^{Ab} ± 12,75	7,77 ^{Ac} ± 3,89
Selso	37,58 ^{Aa} ± 6,36	21,30 ^{Ab} ± 12,28	24,20 ^{Ab} ± 15,02	19,98 ^{Ab} ± 16,28	14,68 ^{Ab} ± 3,78	7,72 ^{Ac} ± 5,95
RL IV	35,28 ^{Aa} ± 13,46	21,47 ^{Ab} ± 5,91	13,45 ^{Ab} ± 3,98	5,67 ^{Bc} ± 4,26	6,13 ^{Bc} ± 2,67	4,87 ^{Bc} ± 1,13
Magnésio Urinário						
SeHipo	2,96 ^{Aa} ± 1,44	4,67 ^{Ab} ± 1,97	6,29 ^{Ab} ± 2,08	5,99 ^{Ab} ± 2,04	6,58 ^{Ab} ± 1,75	4,81 ^{Aa} ± 2,95
Selso	4,20 ^{Aa} ± 1,44	5,33 ^{Ab} ± 0,92	4,88 ^{Ab} ± 1,50	6,07 ^{Ab} ± 0,88	5,22 ^{Ab} ± 1,07	3,52 ^{Aa} ± 0,87
RL IV	2,87 ^{Aa} ± 1,74	5,08 ^{Ab} ± 0,77	3,12 ^{Ba} ± 1,11	3,90 ^{Aa} ± 1,07	3,32 ^{Ba} ± 1,46	1,62 ^{Bc} ± 0,66

Valores médios seguidos por letras maiúsculas diferentes na mesma coluna ou por letras minúsculas diferentes na mesma linha diferem estatisticamente entre si ($p < 0,05$).

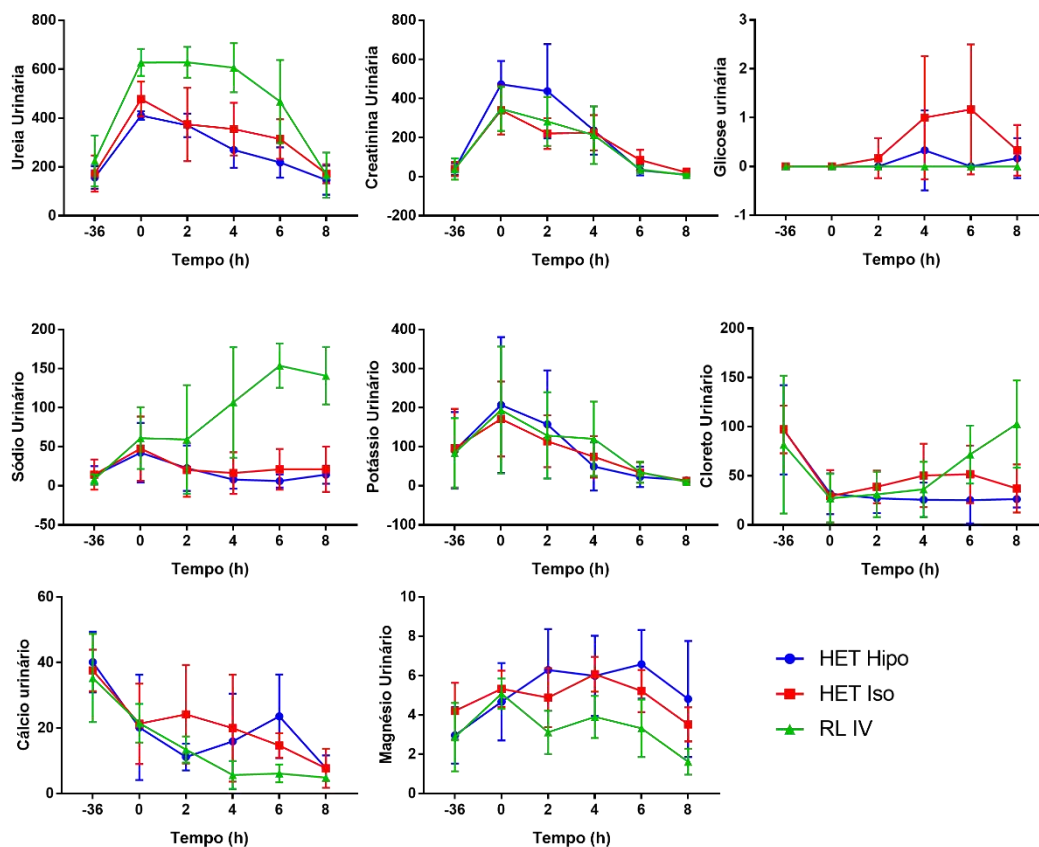


Figura 2: Dinâmica de ureia, creatinina, glicose, sódio, potássio, cloreto, cálcio e magnésio urinários.

2. Discussão

Todos os tratamentos foram capazes de induzir a micção, o que comprova a promoção da volemia e da TFG após a indução experimental de desidratação. Porém, houve diferença significativa e expressiva entre os tratamentos HETfc e o RL IV, onde nos momentos finais dos períodos de tratamento houve indução de micção de grandes volumes de urina no grupo tratado com solução intravenosa. Tal diferença justifica-se pelo fato do tratamento RL IV ser ministrado diretamente no leito vascular, o que aumenta sua velocidade e capacidade de promover a expansão volêmica e a TFG, além de estimular a liberação do PNA, mecanismos que se traduzem em grandes volumes de urina (FIELDING e MAGDESIAN, 2015). Se por um lado esse fato pode ser visto como uma vantagem da terapia RL IV, principalmente na fase de reposição de um plano terapêutico de hidratação, essa grande indução de micção demonstra que os volumes

administrados pela via intravenosa são da mesma forma excretados, não permitindo que haja tempo para a transferência do compartimento vascular para os tecidos e o compartimento intracelular, que é o objetivo principal ao se hidratar um paciente equino (SCHOTT II, 2006).

As terapias HETfc também induziram a micção, porém em volumes significativamente menores. Uma vez que os volumes administrados de soluções eletrolíticas foram equivalentes entre os tratamentos HETfc e o RL IV, essa menor quantidade de urina excretada nos tratamentos enterais demonstram que essas terapias, além de também promoverem a expansão volêmica e a TFG, permitem uma retenção maior dos volumes administrados, o que pode permitir uma melhor absorção de água e eletrólitos para os compartimentos teciduais e intracelulares. A capacidade das terapias HETfc em promover a diurese já foi reportada anteriormente (RIBEIRO FILHO et al., 2009), tendo sido observada em diferentes formulações HET estudadas anteriormente (RIBEIRO FILHO et al., 2017).

O pH urinário não foi afetado pelo protocolo experimental de indução de desidratação, ainda que tenha sido observada tendência ao aumento creditado principalmente pela ação da furosemida. Demais protocolos experimentais de indução de desidratação em equinos hípidos também não induziram alterações no pH urinário (AVANZA, 2007) (SILVEIRA et al., 2012). As terapias HETfc não induziram alterações nesse parâmetro urinário, apesar de ter sido observada discreta tendência à acidúria, contrariando a observação de Avanza (2007) que observou aumento do pH urinário, creditado à adição de bicarbonato de sódio à solução eletrolítica, que não foi adicionado às soluções HETfc no presente estudo. Por outro lado, Ribeiro Filho et al. (2015) reportaram discreta acidúria em equinos tratados com diferentes formulações HET, conformando os resultados aqui observados. Porém, nesse estudo os animais não foram submetidos à desidratação experimental. Segundo esses autores, essa acidúria pode ser creditada aos mecanismos renais de controle do equilíbrio ácido base, principalmente pela excreção renal de íons H^+ .

De forma distinta, o tratamento RL IV promoveu alcalinização da urina, principalmente nos tempos 4 e 6. Esse fato pode ser creditado pela indução de mecanismos renais que trabalharam no sentido de reverter a tendência à alcalinemia. Porém, ao final do período experimental essas alterações foram revertidas.

A indução experimental de desidratação aumentou de forma significativa os valores de densidade urinária. Esse parâmetro urinário, que traduz a relação entre

solutos e a água na urina, é um dos principais e mais sensíveis marcadores da volemia, da perfusão tecidual e da TFG em equinos (WILSON, 2007) e reflete a capacidade renal de concentrar a urina em resposta à desidratação e hipovolemia. Nesse sentido, a resposta dos valores de densidade urinária pode comprovar a eficácia das terapias hidroeletrólíticas (SCHOTT II, 2006). Sendo assim, a dinâmica dos valores de densidade urinária observada no presente estudo atestou a eficácia das terapias HETfc frente ao tratamento do tratamento RL IV. Outros estudos também reportaram a resposta da densidade urinária em equinos tratados com diferentes formulações de terapias HET (RIBEIRO FILHO et al., 2017) (RIBEIRO FILHO et al., 2015), o que comprova a eficácia dessas terapias.

Da mesma forma, a dinâmica dos valores de ureia e creatinina urinárias comprovaram a concentração da urina em resposta ao protocolo de indução de desidratação, assim como a eficácia das terapias HETfc frente ao tratamento RL IV em reverter a concentração da urina. A diminuição da ureia e da creatinina urinárias refletem diluição da urina em resposta aos tratamentos hídricos. Corroborando essas observações, esses parâmetros diminuíram em resposta a 12 horas de terapias HET em taxas de infusão semelhantes (RIBEIRO FILHO et al., 2017).

As terapias HETfc, ao contrário do tratamento RL IV, determinaram discreta glicosúria, sendo que houve diferença entre os valores de glicose na urina entre as duas terapias HETfc, onde o tratamento SeISO resultou em maior glicosúria em relação ao tratamento SeHIPO, fato creditado ao maior conteúdo de glicídios na solução isotônica. De acordo com Wilson (2007) a presença de glicose na urina reflete uma sobrecarga sobre a função renal na sua capacidade de reabsorver a glicose sanguínea filtrada e pode ocorrer com o uso de terapias hídricas com excesso de carboidratos (RIBEIRO FILHO et al., 2017). Porém, os valores de glicosúria observadas no presente estudo podem ser considerados discretos (WILSON, 2007) e, portanto, não parecem ter relevância clínica.

Se por um lado o sódio, o potássio e o magnésio aumentaram seus valores após a indução de desidratação, demonstrando aumento da concentração da urina, o cloreto e o cálcio diminuíram seus valores, apesar do aumento da concentração da urina, provavelmente pela ação da furosemina (BERTONE e HORSPOLL, 2004).

A dinâmica dos valores de eletrólitos urinários refletiu importantes diferenças entre as terapias enterais HETfc e o tratamento RL IV, onde a maioria dos eletrólitos urinários demonstrou diluição da urina em resposta aos tratamentos, tais como o potássio, o cálcio e o magnésio. De modo geral, nos tratamentos HET houve tendência a

menores variações dos valores urinários dos diferentes eletrólitos quando comparados com o tratamento RL IV, fato que atesta que nessas terapias, ainda que houvesse diluição da urina pelo aumento da volemia e da TFG, não houve estímulo para a excreção renal excessiva desses elementos. Tal comportamento dos eletrólitos urinários frente diferentes formulações de terapias HETfc foi demonstrada (RIBEIRO FILHO et al., 2017) e comprovam os resultados aqui observados.

Porém, os valores urinários de sódio e cloreto demonstraram comportamentos bastante distintos entre os tratamentos enterais e o intravenoso, sendo que nos tratamentos HETfc houve reversão dos efeitos determinados pelo protocolo experimental de desidratação e diminuição dos valores compatíveis com a diluição da urina ao longo do tempo. Já no grupo RL IV foi possível observar a intensa excreção desses eletrólitos, principalmente da natriurese. Esse fato se deve principalmente pela formulação rica em sódio e cloreto dessa solução que estimula os mecanismos renais e endócrinos, tal como o PNA, de regulação do equilíbrio hidroeletrolítico a aumentar a excreção desses eletrólitos, assim como o aumento do volume urinário (FIELDING e MAGDESIAN, 2015). Ao considerar que os valores urinários de sódio e cloreto aumentaram progressivamente a despeito do aumento do volume de micção e da diminuição da densidade urinária é possível ter uma ideia ainda mais precisa sobre o efeito da solução de RL IV sobre a excreção renal desses eletrólitos.

Em potros neonatos o efeito de infusão intravenosa de solução eletrolítica considerada isotônica, tal como o Ringer Lactato, teve efeito semelhante sobre a excreção de sódio e cloreto e o aumento do volume urinário (BUCHANAN et al., 2005). Esses autores consideraram que essa solução não é adequada para a hidratação de potros, principalmente como solução de manutenção.

Essas observações corroboram a afirmação de que nas terapias HET a mucosa gastrointestinal serve como barreira seletiva para a absorção de água e eletrólitos (LOPES et al., 2004) (RIBEIRO FILHO, 2009), impedindo que haja excesso desses elementos na corrente sanguínea com conseqüente estímulo para os mecanismos endócrinos e renais reguladores. Já nos tratamentos intravenosos tal barreira seletiva não existe, sendo assim maior a possibilidade de geração de desequilíbrios iatrogênicos (LOPES, 2015).

Os resultados demonstrados no presente experimento contradizem a afirmação de Cosenza et al. (2013) de que a solução de RL IV pode ser utilizada em grandes volumes como terapia hidroeletrolítica de manutenção em equinos, já que, segundo

esses autores, essa solução não provocou desequilíbrios eletrolíticos séricos nesses animais. Contudo, deve-se considerar que tal desequilíbrio não é demonstrado nos níveis séricos dos eletrólitos devido aos mecanismos regulatórios endócrinos e renais que trabalham no sentido de manter os valores sanguíneos desses elementos dentro da normalidade.

A limitação do uso da solução de RL IV em equinos como solução de manutenção pode ser justificada pela sua velocidade em reestabelecer e expandir a volemia, aliado aos seus teores de sódio e cloreto que estimulam os mecanismos endócrinos e renais para a eliminação do excesso de volemia e desses elementos, causando assim poliúria intensa de urina rica em eletrólitos. Sendo assim, essa solução como terapia de manutenção num plano terapêutico completo de hidratação que vai além da fase de reposição por 6 a 8 horas de tratamento (FIELDING e MAGDESIAN, 2015) pode determinar comprometimento da homeostase dos demais compartimentos orgânicos, notadamente do líquido intracelular.

A grande diferença nos valores de volume de micção, além dos valores de sódio e cloreto presentes na urina, entre os grupos HETfc e o grupo RL IV observados no presente estudo atestam essa afirmação, destacando-se que foi possível demonstrar tal diferença em apenas 8 horas de terapia hidroeletrólítica de reposição.

Deve ser considerado ainda que nos estudos mencionados, assim como no presente trabalho, foram utilizados animais hígidos com função renal preservada, e que por isso, tais considerações não podem ser extrapoladas para casos clínicos reais.

Além disso, para o uso do RL IV como solução de manutenção foram indicados ajustes e adição de elementos, principalmente de potássio e cálcio, além da diminuição das taxas de infusão e da sua osmolaridade (ALVES et al, 2008) (SCHOTT II, 2006) (FIELDING e MAGDESIAN, 2015). Portanto, ainda que tenha eficácia comprovada como solução de reposição, como demonstrado no presente estudo, o uso do RL IV como solução de manutenção em equinos precisa ser mais estudado, principalmente com a utilização de marcadores mais sensíveis que demonstrem seus efeitos em nível tecidual e celular.

3. Conclusão

Conclui-se que as terapias HETfc foram eficientes em promover a expansão plasmática, a perfusão tecidual e a TFG, como demonstraram os valores de densidade urinária, sem terem, no entanto, determinado intensa poliúria e estímulo à excreção renal de sódio e cloreto, fatos que devem ser considerados como potenciais complicadores do uso do tratamento RL IV em equinos.

6. CONCLUSÕES GERAIS

A restrição hídrica e alimentar associada ao uso de diuréticos, aqui representada pelo período PD, determina significativos desequilíbrios hidroeletrólíticos e ácido base em equinos saudáveis, servindo de modelo experimental seguro para o estudo desses desequilíbrios nesses animais.

As diferentes modalidades de terapias hidroeletrólíticas foram eficazes em reverter os desequilíbrios hidroeletrólíticos e ácido base originados pela indução experimental de desidratação, com diferenças significativas entre as terapias enterais utilizadas e a terapia intravenosa com solução de Ringer Lactato.

Os resultados obtidos no presente estudo demonstraram que, apesar de terem sido mais lentas em reverter alguns dos efeitos clínicos determinados pelo PD, as terapias HETfc tiveram eficácia equivalente ao tratamento RL IV como modalidades terapêuticas hidroeletrólíticas de reposição em equinos, tendo inclusive demonstrado algumas vantagens, tais como a maior eficiência na promoção da glicemia e da umidade das fezes, na manutenção dos níveis séricos de cálcio e magnésio e a não indução de poliúria com excreção urinária excessiva de sódio e cloreto.

As diferenças encontradas entre as duas terapias HETfc para a dinâmica dos valores séricos de cloreto, assim como da DIF, da glicemia e da glicosúria, ainda que não tenham gerado efeitos adversos no presente estudo, demonstram que o tratamento SeHIPO pode ser considerado como aquele com menor potencial para determinar complicações, principalmente em planos terapêuticos de hidratação de longo prazo.

Tais observações atestam a eficácia e a segurança das terapias HETfc estudadas, tanto SeHIPO, quanto SeISO, frente ao tratamento RL IV, o que confirma a indicação clínica das terapias hidroeletrólíticas enterais em fluxo contínuo para equinos acometidos de distúrbios dos equilíbrios hidroeletrólíticos e ácido base.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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, G. E. S., RIBEIRO FILHO, J. D., OLIVEIRA, H. P., ABREU, J. M. G. Tratamento da compactação experimental do cólon maior em equinos: resultados de laboratório e exames bioquímicos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 57, n. 3, p. 281-287, 2005.

AVANZA, M.F.B. **Soluções eletrolíticas associadas ou não a glicose, maltodextrina, e sulfato de magnésio administrada por via enteral em equinos hígidos e desidratados experimentalmente**. 2007. 68 f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Departamento de Veterinária, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2007.

AVANZA, M.F.B.; RIBEIRO FILHO, J.D.; LOPES, M.A.F.; IGNÁCIO, F.S.; CARVALHO, T.A.; GUIMARÃES, J.D. Hidratação enteral em equinos - solução eletrolítica associada ou não à glicose, à maltodextrina e ao sulfato de magnésio: resultados de laboratório. **Ciência Rural**, v. 39, n. 4, p. 1116-1123, 2009.

BERTIN, F. R., TAYLOR, S. D., BIANCO, A. W., SOJKA-KRITCHEVSKY, J. E. The effect of fasting duration on baseline blood glucose concentration, blood insulin concentration, glucose/insulin ratio, oral sugar test, and insulin response test results in horses. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, v. 30, n. 5, p. 1726-1731, 2016.

BERTONE, J; HORSPOOL, L.J.I. **Equine clinical pharmacology**. WB Saunders, 2004.

BOYD, J. W. The relationships between blood haemoglobin concentration, packed cell volume and plasma protein concentration in dehydration. **The British Veterinary Journal**, v.137, p. 166 – 172, 1981.

BUCHANAN, B. R., SOMMARDAHL, C. S., ROHRBACH, B. W., ANDREWS, F. M. Effect of a 24-hour infusion of an isotonic electrolyte replacement fluid on the renal clearance of electrolytes in healthy neonatal foals. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 227, n. 7, p. 1123-1129, 2005.

CARLSON, G.P. Fluid, electrolyte, and acid-base balance. In: DIBARTOLA, S.P. **Clinical biochemistry of domestic animal**. San Diego: Academic, 1997. p. 485-516.

CONSTABLE, P. D. A simplified strong ion model for acid-base equilibria: application to horse plasma. **Journal of Applied Physiology**, v. 83, n. 1, p. 297-311, 1997.

CONSTABLE, P.D. Acid-base assessment: when and how to apply the Henderson-Hasselbalch equation and strong ion difference theory. **Veterinary Clinics: Food Animal Practice**, v. 30, n. 2, p. 295-316, 2014.

DEARO, A.C.O. Fluidoterapia em grandes animais – Parte I: água corpórea, indicações e tipos de fluidos. **Revista de Educação Continuada do CRMV – SP**, v. 4, n. 2, p. 3-8, 2001.

DEARO, A.C.O.; REICHMANN, P. Fluidoterapia em grandes animais – Parte II: quantidade e vias de administração. **Revista de Educação Continuada do CRMV – SP**, v. 4, n. 3, p. 3-11, 2001.

DIAS, D.C.R.; MELLO, F.M.; EL-BACHÁ, R.; AYRES, M.C.C. Avaliação da influência do transporte rodoviário sobre os constituintes do hemograma de cavalos de salto mantidos no nordeste brasileiro. **Revista Brasileira de Medicina Equina**, v. 50, p. 30 – 32, 2013.

DiBARTOLA, S.P. Introduction to acid-base disorders. In: **Fluid, electrolyte and acid-base disorders in small animal practice**. 3.ed. Missouri: Elsevier, 2006. p.229-251.

DI FILIPPO, P.A.; SANTANA, A.E.; PEREIRA, G.T. Equilíbrio ácido base e hidroeletrólítico em equinos com cólica. **Ciência Rural**, v. 38, n. 4, 2008.

FARIAS, S.K.; RIBEIRO FILHO, J.D.; DONNER, A.C.; DANTAS, W.M.F.; GOMES, C.L.N. Hemogasometria e ânion gap em equinos tratados com soluções eletrolíticas enterais contendo diferentes fontes de energia. **Ciência Rural**, v. 41, n. 9, p. 1587-1592, 2011.

FIELD, A; MILES, J. **Discovering statistics using SAS**, Sage, London, 2010.

FIELDING, C.L.; MAGDESIAN, K.G. (Eds.) **Equine Fluid Therapy**, Oxford: Wiley Blackwell, 2015, 374 p.

FOREMAN, J. The exhausted horse syndrome. **Veterinary Clinics of North America: Equine Practice**, v. 14, n. 1, p. 205-219, 1998.

FRAPE, D. **Nutrição e alimentação de equinos**. São Paulo: Roca, 2008, 602p.

FREESTONE, J. F., CARLSON, G. P., HARROLD, D. R., CHURCH, G. Furosemide and sodium bicarbonate-induced alkalosis in the horse and response to oral KCl or NaCl therapy. **American Journal of Veterinary Research**, v.50, p.1334-1339, 1989.

FREITAS, M.D. **Avaliação de diferentes protocolos de fluidoterapia em bezerros neonatos com diarreia**. 2013. 172f. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, MG.

FURONI, R. M., NETO, S. M. P., GIORGI, R. B., GUERRA, E. M. M. Distúrbios do equilíbrio ácido-básico. **Revista da Faculdade de Ciências Médicas de Sorocaba**, v. 12, n. 1, p. 5-12, 2010.

GARVEY, M.S. Fluid and electrolyte balance in critical patients. **Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice**, v.19, p.1021-1057, 1989.

GEOR, R.; HARRIS, P., COENEN, M. (Eds.) **Equine Applied and Clinical Nutrition – Health, Welfare and Performance**, 1st ed., Saunders, 2013, 696 p.

GOMES, C.L.N.; RIBEIRO FILHO, J.D. Efeitos laxativos do polietilenoglicol 3350 e de soluções eletrolíticas em equinos. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.64, n.4, p.833-840, 2012.

GOMES, C. L. N., RIBEIRO FILHO, J. D., GUIMARÃES, J. D., MENESES, R. M. Efeitos do polietilenoglicol 3350 e de soluções acidificantes e alcalinizantes sobre o perfil bioquímico de éguas híidas. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 64, n. 4, p. 817-826, 2012.

GOMES, C.L.N; RIBEIRO FILHO, J.D.; FARIAS, S.K.; DONNER A.C. Efeitos do PEG 3350 e de uma solução enteral, associados ou não ao ringer lactato, e do NaCl 0,9% sobre a glicose, o lactato, o cortisol e a insulina de equinos híidos. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 66, n.4, p. 1139 – 1145, 2014a.

GOMES, C. L. N., RIBEIRO FILHO, J. D., FALEIROS, R. R., DANTAS, F. T., AMORIM, L. D. S., DANTAS, W. D. M. F. Blood gas analysis, anion gap, and strong ion difference in horses treated with polyethylene glycol balanced solution (PEG 3350) or enteral and parenteral electrolyte solutions. **Ciência Rural**, v. 44, n. 6, p. 1086-1092, 2014b.

HASSEL, D. M.; HILL, A. E.; RORABECK, R. A. Association between hyperglycemia and survival in 228 horses with acute gastrointestinal disease. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, v. 23, n. 6, p. 1261-1265, 2009.

HINCHCLIFF K.W.; KANEPS, A.J.; GEOR, R.J. (Ed.). **Equine sports medicine and surgery**. Philadelphia: Saunders, 2004. 633-656p.

JAIN, N.C. **Essentials of Veterinary Hematology**. 1. ed., Lea e Febiger Eds., Philadelphia, 1993, 417 p.

KANEKO, J.J.; HARVEY, J.W.; BRUSS, M.L. Eds. **Clinical Biochemistry of Domestic Animals**, 6th ed. San Diego: Academic Press; 2008; 932 p.

KOENIG, J.; COTE, N. Equine gastrointestinal motility – ileus and pharmacological modification. **Canadian Veterinary Journal**, v. 47, p. 551-559, 2006.

LAJUNEN, L. H. J. **Spectrochemical Analysis by Atomic Absorption and Emission**, Royal Society of Chemistry, Cambridge, 2007.

LATMAN, N.S.; KEITH, N.; NICHOLSON, A.; DAVIS, M. Bioelectrical impedance analysis determination of water content and distribution in the horse. **Research in Veterinary Science**, v. 90, p. 516–520, 2011.

LESTER, G.D.; MERRITT, A.M.; KUCK, H.V.; BURROW, J.A. Systemic, renal, and colonic effects of intravenous and enteral rehydration in horses. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, v. 27, p. 544-566, 2013.

LIMA, R.D.S.; CINTRA, A. G. Revisão do estudo do complexo do agronegócio do cavalo. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**, Brasília, v. 56, 2015.

LOPES, M. A. F.; MOURA, G. S.; JUNQUIERA, L. A. C.; DE LIMA, L. R.; PINTO, J.O.; RIBEIRO FILHO, J.D.; ASSIS, C. B. Tratamento de compactação do cólon maior em equídeos com fluidoterapia enteral. **Ciência Rural**, v. 28, n. 3, p. 417-422, 1998.

LOPES, M. A. F.; WALKER, B.L.; WHITE II, N.A.; WARD, D.L. Treatments to promote colonic hydration: enteral fluid therapy versus intravenous fluid therapy and magnesium sulphate. **Equine Veterinary Journal**, v. 34, n. 5, p. 505-509, 2002.

LOPES, M.A F. Physiological aspects, indications and contraindications of enteral fluid therapy. **Equine veterinary education**, v. 14, n. 5, p. 257-262, 2002.

LOPES, M. A. F. Administration of enteral fluid therapy: methods, composition of fluids and complications. **Equine Veterinary Education**, v. 15, n. 2, p. 107-112, 2003.

LOPES, M.A.F.; MAIA, L.; AVANZA, M.F.B.; COSTA, E.S.; BITTENCOURT VAGO, P.; FLAUSINO, A.B.; LEDNICK., A.C. Fluidoterapia enteral em cavalos: relatos de casos clínicos e cirúrgicos. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 41 (supl), p. 270 – 271, 2004.

LOPES, M.A.F. Enteral fluid therapy IN: FIELDING, C.L.; MAGDESIAN, K.G. (Eds.) **Equine Fluid Therapy**, Oxford: Wiley Blackwell, 2015, p. 261 – 278.

LOPES, M.A.F., MOURA, G.S.; RIBEIRO FILHO, J.D. Treatment of large colon impaction with enteral fluid therapy. **Proceedings of the 45th Annual Convention of the American Association of Equine Practitioners**, 1999, Albuquerque: AAEP, 1999, p. 99-102.

MAIR, T.S.; DIVERS, T.J.; DUCHARME, N.G. **Manual of equine gastroenterology**. WB Saunders, 2002.

MCGOWAN, C.M.; HODGSON, D.R. Hematology and biochemistry. IN: HODGSON, D.R.; MCKEEVER, K.H.; MCGOWAN, C.M. **The athletic horse: principles and practice of equine sports medicine**. Elsevier Health Sciences, 2014.

MELO, U.P.; FERREIRA, C.; PALHARES, M.S.; SILVA FILHO, J.P. Choque circulatório em equinos. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 31, n. 1, 2010.

MEYER, D. J.; COLES, EMBERT H.; LON. J. RICH. **Medicina de laboratório veterinária: interpretação e diagnóstico**. Roca, 2001.

MERRIT, A.M.; JULLIAND, V. Gastrointestinal physiology. IN: GEOR, R.; HARRIS, P., COENEN, M. (Eds.) **Equine Applied and Clinical Nutrition – Health, Welfare and Performance**, 1st ed., Saunders, 2013, 696 p.

MONREAL, L.; NAVARRO, M.; ARMENGOU, L.; JOSE-CUNILLERAS, E.; CESARINI, C.; SEGURA, D. Enteral fluid therapy in 108 horses with large colon impactions and dorsal displacements. **The Veterinary Record**, v. 166, n. 9, p. 259, 2010.

MOREIRA, N. S.; MENDONCA, M. F. F.; PAIM JUNIOR, E. S.; CAYMMI, L. G.; FERREIRA, A. F. S. C.; DIAS, D. C. R. Hidratação enteral em fluxo contínuo (HET) no tratamento da compactação de cólon maior por restrição hídrica em um equino - relato de caso. **Anais do V Ciclo de Atualização em Medicina Equina - CAME**, v.1, 2018a.

MOREIRA, N. S.; MENDONCA, M. F. F.; PAIM JUNIOR, E. S.; CAYMMI, L. G.; FERREIRA, A. F. S. C.; DIAS, D. C. R. Hidratação enteral em fluxo contínuo (HET) no tratamento da compactação de cólon maior por ingestão de jaca em um equino: relato de caso. **Anais do V Ciclo de Atualização em Medicina Equina - CAME**, v. 1, 2018b.

NOBRE, J. S.; SINGER, J. M. Residuals analysis for linear mixed models. **Biometrical Journal**, Berlin, v. 49, n.6, p. 863-875,2007.

NUNES GIL, P. C., GANDRA, J. R., TARAN, F. M. P., GONZAGA, I. V. F., GOBESSO, A. A. O. Influence of high levels of maltodextrin in horse diets. **Livestock Science**, 2012.

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de Estatística Experimental**, v. 15. Edição, FEALQ, Piracicaba, 2009.

PESSIN, A.E., RIBEIRO FILHO, J.D.; DONNER, A.C.; OLIVEIRA, D.P.; LIMA, A.P.; FONSECA, B.P.A. Soluções eletrolíticas enterais hipotônicas em equinos: efeitos de fontes de energia sobre determinados indicadores do equilíbrio ácido base. **Ciência Rural**, v. 43, n. 12, 2013.

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

RAUTANEN, T.; EL-RADHI, S.; VESIKARI, T. Clinical experience with a hypotonic oral rehydration solution in acute diarrhoea. **Acta paediatrica**, v. 82, n. 1, p. 52-54, 1993.

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

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

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.

RIBEIRO FILHO, J.D.; ALVES, G.E.S. Compactação no intestino grosso de equinos: estudo comparativo de três protocolos de indução. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.54, p.370-375, 2002.

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

RIBEIRO FILHO, J.D.; DANTAS, W.M.F.; ALVES, G.E.S. Cortisol sérico de equinos com compactação experimental no cólon maior tratados com hidratações enteral e parenteral. **Revista Ceres**, v. 58, n.3, p. 288-292, 2011.

RIBEIRO FILHO, J.D.; FARIAS, S.K., FONSECA, L.A.; AVANZA, M.F.B., DANTAS, W.M.F.; DIAS, D.C.R., MONTEIRO, L.C., RIBEIRO, B.M.; DANTAS, F.T.D. Enteral electrolyte solutions with different osmolarities: clinical and laboratory assessment in equines. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 35, p. 673–678, 2015.

RIBEIRO FILHO, J.D.; FARIAS, S.K.; DONNER, A.C.; OLIVEIRA, D.P.; GUIMARÃES, J.D.; SOUZA, M.V.; GOMES, C.L.N.; AVANZA, M.F.B. Efeito de soluções eletrolíticas enterais com diferentes osmolaridades sobre o perfil eletrolítico e bioquímico de equinos. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 34, n. 2, p. 179-184, 2014a.

RIBEIRO FILHO, J.D.; PESSIN, A E.; ATOJI, 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, p. 759–764, 2014b.

RIBEIRO FILHO, J.D.; PESSIN, A.E.; FONSECA, L.A.; DANTAS, W.M.F.; COSTA C.M.; ERMITA, P.A.M.; MONTEIRO, L.C.; RIBEIRO, B.M.; SILVA, M.O.; DANTAS, F.T.D.R. Enteral fluid therapy in horses: Effects of maintenance hypotonic electrolyte solutions containing maltodextrin, sucrose, or dextrose administered in continuous flow. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 50, p. 96–101, 2017.

REED, S.M.; BAYLY, W.M.; SELLON, D.C. (Eds.) **Equine Internal Medicine**, 3rd ed., Saunders, 2010, 1488 p.

RUXIN, J.N. Magic bullet: the history of oral rehydration therapy. **Medical History**, v. 38, n. 4, p. 363-397, 1994.

SCHOTT II, H.C. Fluid Therapy: A primer for students, technicians, and veterinarians in equine practice. **Veterinary Clinics of North America: Equine Practice**, n. 22, p. 1-14, 2006.

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, 2012.

SPEIRS, Victor C. **Clinical examination of horses**. Philadelphia, W.B. Saunders, 1997, 358 p.

THOMASSIAN, A. (Ed.). **Enfermidades dos cavalos**. 4.ed. São Paulo: Varela, 2005. 573 p.

TINKER, M.K.; WHITE N.A.; LESSARD P.; THATCHER, C.D; PELZER, K.D.; DAVIS, B.; CARMEL, D. K. Prospective study of equine colic incidence and mortality. **Equine Veterinary Journal**, v. 29, n. 6, p. 448–453, 1997.

THRALL, M. A. **Hematologia e bioquímica clínica veterinária**. Editora Roca, 2007.

VAN WEYENBERG, S.; SALES, J.; JANSSENS, G. P. J. Passage rate of digesta through the equine gastrointestinal tract: A review. **Livestock science**, v. 99, n. 1, p. 3-12, 2006.

WALTON, R.M. (Ed.). **Equine clinical pathology**. John Wiley & Sons, 2013.

WILKES, E.J.A.; HUGHES K.J. Enteral fluid therapy in adult horses. **The Australian Equine Veterinarian** Vol. 32, No. 2, 2013.

WHITE II, N. A. Equine Colic. **Proceedings of the Annual Convention of the AAEP**, v. 52, p. 109-174, 2006.

WHITEHAIR, K. J., HASKINS, S. C., WHITEHAIR, J. G., PASCOE, P. J. Clinical applications on quantitative acid-base chemistry. **Journal Veterinary Internal Medicine**, v.9, p.1-11, 1995.

WILSON, M. E. Examination of the urinary tract in the horse. **Veterinary Clinics of North America: Equine Practice**, v. 23, n. 3, p. 563-575, 2007.

WILSTERMAN, S.; HACKETT, E.S.; RAO, S.; HACKETT, T. A technique for central venous pressure measurement in normal horses. **Journal of Veterinary Emergency and Critical Care**, v. 19, n. 3, p. 241–246, 2009.

APÊNDICE

APÊNDICE A

Tabela A: Valores de referência para Equinos

Parâmetros	Intervalo (*) – (**)	Autor
Hemograma		
Volume globular (%)	32 – 52	Meyer <i>et al.</i> (2001); Thrall (2007).
Bioquímico		
Osmolaridade	280 – 310	
Sódio	128 – 146	
Cloreto	96,4 – 115,0	
Potássio	2,2 – 5,0	
Cálcio ionizado	6,0 – 7,2	Meyer <i>et al.</i> (2001);
Magnésio	1,4 – 2,8	Kaneco <i>et al.</i> (2008);
Fósforo	1,5 – 4,7	Thomassian (2005); Thrall (2007).
Proteínas totais	5,2 – 7,9	
Ureia	10,0 – 58,8	
Creatinina	0,4 – 2,2	
Glicose	62 – 134	
Lactato	0,12 – 1,50	
Hemogasometria		
Ph	7,35 – 7,45	
pCO ₂	33 – 44	Kaneco <i>et al.</i> (2008);
HCO ₃ ⁻	24 – 32	Thomassian (2005); Thrall (2007).
CBase	-2 – +2	
Ânion gap	5 – 16	
DIF	37 – 43	

Valores de referência dos diferentes parâmetros em equinos, conforme referências consultadas: (*) menor e (**) maior valor.