



UNIVERSIDADE
ESTADUAL de LONDRINA

PRISCILLA FAJARDO VALENTE PEREIRA

**AVALIAÇÃO DA TRANSFAUNAÇÃO E CORREÇÃO DA
ACIDOSE METABÓLICA NO TRATAMENTO DA ACIDOSE
LÁCTICA RUMINAL EM PEQUENOS RUMINANTES**

PRISCILLA FAJARDO VALENTE PEREIRA

**AVALIAÇÃO DA TRANSFAUNAÇÃO E CORREÇÃO DA
ACIDOSE METABÓLICA NO TRATAMENTO DA ACIDOSE
LÁCTICA RUMINAL EM PEQUENOS RUMINANTES**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação
em Ciência Animal da Universidade Estadual de
Londrina como requisito parcial para a obtenção do
título de Doutor.

Orientador: Prof. Dr. Júlio Augusto Naylor Lisboa

Londrina
2016

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

Pereira, Priscilla Fajardo Valente.

Avaliação da transfaunação e correção da acidose metabólica no tratamento da acidose láctica ruminal em pequenos ruminantes / Priscilla Fajardo Valente Pereira – Londrina, 2016.
133f..

Orientador: Júlio Augusto Naylor Lisboa.

Tese (Doutorado em Ciência animal) – Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, 2016.
Inclui bibliografia.

1. Caprinos – Teses. 2. Ovinos. 3 Transferência de suco ruminal – Teses. 4. Correção de desequilíbrios ácido base – Teses. I. Lisboa, Júlio Augusto Naylor. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós Graduação em Ciência Animal. III. Título.

PRISCILLA FAJARDO VALENTE PERERIRA

**AVALIAÇÃO DA TRANSFAUNAÇÃO E CORREÇÃO DA ACIDOSE
METABÓLICA NO TRATAMENTO DA ACIDOSE LÁCTICA RUMINAL
EM PEQUENOS RUMINANTES**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade Estadual de Londrina como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor.

BANCA EXAMINADORA

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

Prof. Dr^a. Karina Keller Marques da Costa
Flaiban
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Prof. Dr. Márcio Carvalho da Costa
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Prof. Dr. Ivan Roque de Barros Filho
Universidade Federal do Paraná - UFPR

Prof^a. Dr^a. Thais Helena Constantino Patelli
Universidade Estadual do Norte do Paraná -
UENP

Londrina, 23 de fevereiro de 2016.

O presente trabalho foi realizado no Hospital Veterinário e no Laboratório de Patologia Clínica, Centro de Ciências Agrárias -UEL, como requisito para a obtenção do título de Doutor em Ciência Animal pelo Programa de Pós-graduação em Ciência Animal, área de concentração em Sanidade Animal, sob orientação do Prof. Dr. Júlio Augusto Naylor Lisboa.

Os recursos financeiros para o desenvolvimento do projeto foram obtidos junto à agência e órgão de fomento à pesquisa abaixo relacionados:

1.PROPPG: Pró-reitoria de Pesquisa e Pós-graduação.

2.CAPES: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior/MEC

DEDICATÓRIA

Ao meu avô Benedito e à minha avó Elza (*in memoriam*),
Por me ensinarem, desde pequena, a importância do amor a Deus e à Família.
À minha mãe, Brígida, e ao meu pai, Paulo.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida, pela fé, pelas bênçãos que Ele me proporciona e por nunca ter me deixado desanimar frente aos obstáculos.

Aos meus pais, por todo apoio e amor incondicional, por embarcarem em mais um sonho meu, por suportarem a distância e a saudade e por serem a minha força e meu porto seguro sempre que preciso.

À minha família, pelo carinho e apoio, por entenderem a minha ausência e serem sempre minha fonte de energia à cada visita.

Ao meu namorado, Henrique Hayashi, pelo apoio, encorajamento e carinho, especialmente na fase de redação desse trabalho, mesmo não entendendo nada do assunto. Você teve uma paciência espetacular, obrigada!

Ao Prof. Dr. Júlio Lisbôa, muito mais que meu orientador, um exemplo de profissional, “pai científico” e meu amigo! Obrigada por cada ensinamento, conselho, puxão de orelha e por acreditar em mim durante todos esses anos.

À Prof^a. Dr^a. Karina Flaiban, obrigada pela amizade, paciência e ensinamentos. Obrigada por tirar minhas dúvidas, por escutar os desabafos e por ser uma inspiração de profissionalismo e dedicação à família.

À Fernanda Mobaid, minha querida amiga e companheira de experimentos! Obrigada pela sua dedicação, amizade, companheirismo e parceria! Não poderia ter uma dupla melhor!

Aos alunos de iniciação científica durante o período dos projetos: Juliana Massitel, Thiago Fernandes, José Guilherme Marcondes e Stefany Camilo. Aos estagiários: João Fernando Sanchez, Paula Casado, Alessandra Capelassi e Rafael Cascales. Obrigada por abraçarem o meu projeto e formarem uma verdadeira equipe.

Ao amigo Gustavo Queiroz, pelo apoio, longas conversas, risadas e amizade verdadeira. Obrigada também por ter intermediado o empréstimo das cabras para realização

do experimento.

À Angelita Zanata, pelas conversas, carinhos e cuidados!

Às minhas amigas Fernanda Stievani, Gisele Veríssimo, Loraine Fernandes, Melina Casagrande, Flávia Kobzinski, Gabriela Bregadioli, Juliana Massitel, Mayara dos Anjos e Stefany Camilo. Obrigada pelas distrações engordativas, conversas, apoio e carinho. Vocês fazem a vida mais leve!

Aos residentes de Clínica Médica, Cirurgia e Reprodução de Grandes Animais e aos residentes de Patologia Clínica do Hospital Veterinário da UEL, pela ajuda e colaboração.

Aos funcionários do Laboratório de Patologia Clínica do HV-UEL, Inês, José e João, pela paciência e boa vontade em ajudar nas análises sempre que necessário.

Aos funcionários do setor de Grandes Animais e da secretaria do HV-UEL.

À Ana Lúcia Garcia Spironelli, por ter me cedido as cabras utilizadas nesse trabalho. Obrigada pela disponibilidade e confiança.

Aos professores Marcelo Seneda, Lucas Gomes e Cezar Dearo, pelas correções e sugestões feitas na qualificação deste trabalho.

Aos professores Ivan Barros, Thais Patelli e Márcio Costa por terem aceitado fazer parte da banca deste trabalho.

Aos professores e à secretária Helenice do curso de Pós Graduação em Ciência Animal da UEL.

À empresa Farmagrícola e à CAPES pelas bolsas concedidas.

Aos colegas do DCV-UEL e aos meus alunos, pelas muitas palavras de apoio e encorajamento.

PEREIRA, Priscilla Fajardo Valente. **Avaliação da transfaunação e correção da acidose metabólica no tratamento da acidose láctica ruminal em pequenos ruminantes**. 2016. 133p. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2016.

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar a importância da transfaunação na recuperação de caprinos e ovinos submetidos a indução experimental de acidose láctica ruminal aguda (ALRA) e investigar a aplicação terapêutica de uma solução eletrolítica intravenosa contendo 84 mEq/L de lactato em caprinos portadores de acidose metabólica, decorrente da ALRA. No primeiro estudo, seis cabras ($41,2 \pm 5,6\text{kg}$) e seis ovelhas ($46,8 \pm 4,57\text{kg}$), receberam 15g de sacarose por quilo de peso corporal para indução da enfermidade. A ALRA foi induzida duas vezes em cada animal, com intervalo de 30 dias após recuperação total da primeira indução. Os procedimentos terapêuticos consistiram na remoção do conteúdo ruminal líquido por lavagem e sifonamento com auxílio de sondagem esofágica, e na correção da acidose metabólica com soluções eletrolíticas, contendo lactato ou bicarbonato de sódio, infundidas por via intravenosa. A transfaunação fez parte de apenas um dos tratamentos de cada animal e consistiu na administração por sondagem esofágica de dois litros de suco ruminal de um bovino sadio. A recuperação completa foi avaliada por exames físicos e exames do suco ruminal realizados até quatro dias após os procedimentos terapêuticos. As cabras e ovelhas apresentaram sinais clínicos e alterações compatíveis com a ALRA 16 horas após a administração intrarruminal de sacarose, sem distinção entre as espécies. A frequência de movimentos ruminais e a recuperação do apetite não sofreram influência da realização da transfaunação. Quando receberam a transfaunação, os caprinos e ovinos apresentaram recuperação das características de cor, odor e consistência no segundo dia após o tratamento (hora 64) e o retorno dos infusórios ocorreu no primeiro dia após o tratamento (hora 40). O restabelecimento desses parâmetros ocorreu mais tardiamente nos animais que não receberam a transfaunação (hora 88 e hora 64, respectivamente). O pH, tempo de redução do azul de metileno (TRAM), Tempo de atividade do sedimento (TAS) e proporção de bactérias Gram negativas e Gram positivas não sofreram efeito da realização da transfaunação. A recuperação completa dos animais estudados ocorreu em até quatro dias, independente da realização da transfaunação. No segundo estudo, duas soluções foram desenvolvidas contendo 84mEq/L de lactato ou bicarbonato (L84 ou B84). Seis cabras foram submetidas ao mesmo protocolo de indução relatado no primeiro artigo. Dezesesseis horas após a indução, a acidose metabólica estava instalada e as cabras receberam as soluções eletrolíticas intravenosas, numa velocidade de 25ml/kg/h, totalizando um volume equivalente a 10% do seu peso corporal, em quatro horas de administração contínua. Amostras de sangue e urina foram colhidas nos momentos - 16h (antes da indução), 0h, 2h, 4h (término da infusão), 6h, 12h e 24h após o início da infusão. Os exames laboratoriais consistiram nas determinações de pH, pCO_2 , HCO_3^- , BE, Na^+ , K^+ e Cl^- no sangue, e PPT, Lactato L, Lactato D e creatinina no plasma. Na urina foram determinados pH, densidade, Na^+ , K^+ , Cl^- , lactato L e creatinina. As cabras apresentaram acidose metabólica de grau moderado. A solução L84 corrigiu a acidose metabólica e desidratação presente nos animais estudados, de maneira semelhante à solução B84. Não foram observados efeitos adversos com a administração da solução L84. Conclui-se que a transfaunação não é uma medida crucial para o tratamento da ALRA em pequenos ruminantes e que a solução eletrolítica contendo 84 mEq/L de lactato é eficaz em corrigir a acidose metabólica em cabras.

Palavras-chave: Caprinos. Ovinos. Transferência de suco ruminal. Terapia com fluidos. Equilíbrio ácido base.

PEREIRA, Priscilla Fajardo Valente. **Ruminal fluid transfer evaluation and correction of metabolic acidosis in the treatment of lactic acidosis in small ruminants.** 2016. 133 p. Thesis (Doctor's Degree in Animal Science) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2016.

ABSTRACT

The aim of this work was to evaluate the effect of transfaunation for the recovery of goats and sheep under experimental induction of acute rumen lactic acidosis (ARLA) and investigate the therapeutic application of an intravenous electrolyte solution containing 84 mEq/L of lactate in acidotic goats. In the first study, six goats ($41,2 \pm 5,6\text{kg}$) and six sheep ($46,8 \pm 4,57\text{kg}$) received 15g of sucrose per kilogram of body weight for the disease induction. The ARLA was induced in each animal twice with an interval of 30 days after full recovery of the first induction. Therapeutic procedures involved the removal of the rumen fluid content by washing and siphoning with the help of esophageal tube, and correction of metabolic acidosis with electrolyte solutions containing sodium lactate or sodium bicarbonate, infused intravenously. The transfaunation was part of only one treatment of each animal and consisted in administration of 2 liters of rumen fluid collected from a healthy cow. Complete recovery was assessed by physical examinations and rumen fluid examinations up to four days after therapeutic procedures. The frequency of ruminal movements and the appetite recovery were not influenced by the transfaunation. After ruminal fluid transfer, the goats and sheep showed recovery of characteristics of color, odor and consistency on the second day after treatment (64 hours) and return of protozoa population on the first day after treatment (40 hours). The restoration of these parameters occurred later in the animals that did not receive transfaunation (88 hours and 64 hours, respectively). Ruminal fluid pH, methylene blue reduction time, sedimentation time and proportion of Gram negative and Gram positive bacteria did not suffer effect of the transfaunation. Full recovery of all animals occurred within four days, regardless of transfaunation. In the second study, two solutions were formulated containing 84 mEq/L of lactate or bicarbonate (L84 and B84), with sodium, potassium and calcium in similar concentrations, and with concentrations of chloride lower than the Ringer lactated solution. Six goats underwent to the same induction protocol reported in the first study. After 16 hours, the metabolic acidosis was established and the goats were treated by infusion of L84 or B84, with a speed of 25ml/kg/h, totalizing a volume equivalent to 10% of body weight, in four hours of continuous administration. Samples of venous blood and urine were collected at -16h (before ARLA induction), 0h, 2h, 4h (end of the infusion), 6h, 12h and 24h after the beginning of the infusion. The laboratory tests consisted in blood determination of pH, pCO_2 , HCO_3^- , BE, Na^+ , K^+ , Cl^- , total plasmatic protein, L lactate, D lactate and creatinine. In the urine were determined: pH, density, Na^+ , K^+ , Cl^- , L lactate and creatinine. The metabolic acidosis due to ARLA was moderate. Both solutions (L84 and B84) were able to correct the metabolic acidosis, dehydration and electrolytes imbalances without differences between them. All goats were completely recovered 3 to 4 days later. The transfaunation seems not to be crucial for the treatment of ARLA in small ruminants, and the electrolytic solution containing 84 mEq/L of lactate is effective in correcting metabolic acidosis in goats.

Key words: Caprine. Ovine. Ruminal fluid transfer. Fluid therapy. Acid-base balance.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Artigo A: Importância da transfaunação no tratamento da acidose láctica ruminal aguda induzida em cabras e ovelhas

- Figura 1 –** Variação do número de movimentos ruminais em 5 minutos em cabras (figura A) e ovelhas (figura B) portadoras de acidose láctica ruminal aguda induzida com sacarose (0 hora), tratadas (16 horas), com ou sem transfaunação (24 horas) e acompanhadas durante quatro dias após o tratamento..... 43
- Figura 2 –** Ingestão voluntária de feno por cabras (figura A) e ovelhas (figura B) portadoras de acidose láctica ruminal aguda induzida com sacarose (0 hora), tratadas (16 horas), com ou sem transfaunação (24 horas) e acompanhadas durante 4 dias após o tratamento 43

Artigo B: Alcalose iatrogênica e correção da acidose metabólica em cabras com o uso de solução eletrolítica intravenosa contendo 84mEq/L de lactato.

- Figura 1 –** Variação do pH, pCO_2 , HCO_3^- e BE em cabras sadias que receberam as soluções eletrolítica L28, L84, B28 e B84, administradas por via intravenosa em volume correspondente a 10% do peso corporal, nos momentos 0h, 1,5h (metade da infusão), 3h (término da infusão), 4,5h, 6h e 24h do início da infusão..... 76
- Figura 2 –** Variação do Na^+ , K^+ , Cl^- e SID_3 em cabras sadias que receberam as soluções eletrolítica L28, L84, B28 e B84, administradas por via intravenosa em volume correspondente a 10% do peso corporal, nos momentos 0h, 1,5h (metade da infusão), 3h (término da infusão), 4,5h, 6h e 24h do início da infusão 76
- Figura 3 –** Variação do lactato L e da excreção fracionada do lactato L em cabras sadias que receberam as soluções eletrolítica L28, L84, B28 e B84, administradas por via intravenosa em volume correspondente a 10% do peso corporal, nos momentos 0h, 1,5h (metade da infusão), 3h (término da infusão), 4,5h, 6h e 24h do início da infusão 77

Figura 4 –	Variação do PPT, A_{tot} , AG e %VP em cabras sadias que receberam as soluções eletrolítica L28, L84, B28 e B84, administradas por via intravenosa em volume correspondente a 10% do peso corporal, nos momentos 0h, 1,5h (metade da infusão), 3h (término da infusão), 4,5h, 6h e 24h do início da infusão.	77
Figura 5 –	Variação do pH urinários e das excreções fracionadas de Na^+ , K^+ e Cl^- em cabras sadias que receberam as soluções eletrolítica L28, L84, B28 e B84, administradas por via intravenosa em volume correspondente a 10% do peso corporal, nos momentos 0h, 1,5h (metade da infusão), 3h (término da infusão), 4,5h, 6h e 24h do início da infusão	78

LISTA DE TABELAS

Artigo A: Importância da transfaunação no tratamento da acidose láctica ruminal aguda induzida em cabras e ovelhas

Tabela 1 –	Características do suco ruminal de cabras portadoras de acidose láctica ruminal aguda induzida com sacarose que receberam transfaunação ou não durante o tratamento. Resultados em diferentes momentos: antes da indução (0 hora), antes do tratamento (16 horas), 1 dia (40 horas), 2 dias (64 horas) e 3 dias (88 horas) após o tratamento.....	41
Tabela 2 –	Características do suco ruminal de ovelhas portadoras de acidose láctica ruminal aguda induzida com sacarose que receberam transfaunação ou não durante o tratamento. Resultados em diferentes momentos: antes da indução (0 hora), antes do tratamento (16 horas), 1 dia (40 horas), 2 dias (64 horas) e 3 dias (88 horas) após o tratamento.....	42

Artigo B: Alcalose iatrogênica e correção da acidose metabólica em cabras com o uso de solução eletrolítica intravenosa contendo 84mEq/L de lactato.

Tabela 1 –	Composição iônica (mEq/L) e osmolaridade calculada das soluções para administração intravenosa em cabras.....	73
Tabela 2 –	Valores de média e desvio padrão ($\bar{x} \pm s$) do pH, pCO ₂ , HCO ₃ ⁻ , BE, Na ⁺ , K ⁺ , Cl ⁻ , SID ₃ , AG, SIG, Lactato L, Lactato D, PPT, Atot e %VP no sangue venoso de caprinos com acidose metabólica antes da indução (-16h), no início (0h), na metade (2h), no término (4h), 6h, 12h e 24h do início da infusão intravenosa de soluções eletrolíticas contendo 84 mEq/L de lactato (L84) ou de bicarbonato (B84)	74
Tabela 3 –	Valores de média e desvio padrão ($\bar{x} \pm s$) do pH, densidade, excreção fracionada de Na ⁺ , excreção fracionada de K ⁺ , excreção fracionada de Cl ⁻ e excreção fracionada de lactato L na urina caprinos com acidose metabólica antes da indução (-16h), no início (0h), na metade (2h), no término (4h), 6h, 12h e 24h do início da infusão intravenosa de soluções eletrolíticas contendo 84 mEq/L de lactato (L84) ou de bicarbonato (B84)	75

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AG	<i>anion gap</i> – hiato aniônico
ALRA	acidose láctica ruminal aguda
A _{tot}	concentração total de ácidos fracos
BD	déficit de bases
BE	excesso de bases
Cl ⁻	cloreto
CO ₂	dióxido de carbono
D	dextrógiro
EF	excreção fracionada
H ⁺	íons hidrogênio
HCO ₃	bicarbonato
K ⁺	potássio
L	levógiro
Na ⁺	sódio
pCO ₂	pressão parcial de dióxido de carbono
PPT	proteína plasmática total
SID	<i>strong ion difference</i> - diferença de íons fortes
SIG	<i>strong ion gap</i> – hiato de íons fortes
SRL	Solução de Ringer com lactato
TAS	tempo de sedimentação e flutuação
TRAM	tempo de redução do azul de metileno
VP	variação do volume plasmático

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	18
2.1	ACIDOSE LÁCTICA RUMINAL AGUDA.....	18
2.1	TRATAMENTO DA ALRA E TRANSFAUNAÇÃO	20
2.1	EQUILÍBRIO ÁCIDO BASE	21
2.1	ACIDOSE METABÓLICA	24
2.1	TRATAMENTO DA ACIDOSE METABÓLICA	25
3	HIPÓTESES	29
4	OBJETIVOS	30
4.1	OBJETIVO GERAL	30
4.2	OBJETIVOS ESPECÍFICO.....	30
5	ARTIGO A – IMPORTÂNCIA DA TRANSFAUNAÇÃO NO TRATAMENTO DA ACIDOSE LÁCTICA RUMINAL AGUDA INDUZIDA EM CABRAS E OVELHAS	31
6	ARTIGO B – ALCALOSE IATROGÊNICA E CORREÇÃO DA ACIDOSE METABÓLICA COM O USO DE SOLUÇÃO ELETROLÍTICA INTRAVENOSA CONTENDO 84 mEq/L DE LACTATO	44
7	DISCUSSÃO GERAL	79
8	CONCLUSÃO.....	82
	REFERÊNCIAS	83
	APÊNDICES	87
	Tabelas e Figuras complementares ao artigo B “Alcalose iatrogênica e correção de acidose metabólica em cabras com o uso de solução eletrolítica intravenosa	

contendo 84 mEq/L de lactato” .	88
---------------------------------	----

ANEXOS	131
---------------	-----

ANEXO 1	132
---------	-----

ANEXO 2	133
---------	-----

1 INTRODUÇÃO

Em decorrência do crescente interesse na caprinocultura e ovinocultura e intensificação da sua produção, a incidência de enfermidades que ocorrem por práticas inadequadas de manejo vêm se tornando cada vez maior, tanto na atividade leiteira quanto na de corte (VIEIRA et al., 2006). Dentre essas enfermidades, a acidose láctica ruminal aguda (ALRA) é considerada uma das mais importantes desordens que acomete o sistema digestório dos pequenos ruminantes (NAVARRE; PUGH, 2004; LIRA et al., 2013). A ALRA é resultante da ingestão rápida e excessiva de uma dieta rica em carboidratos de fácil fermentação pelos ovinos e caprinos, e representa um grave problema pelo prejuízo que pode acarretar à exploração pecuária (MIRANDA NETO et al., 2005).

Seja nos bovinos ou nos pequenos ruminantes, esta enfermidade tem sido objeto de estudo ao longo do tempo, com relação à sua ocorrência e etiologia, tanto na forma natural quanto na forma experimental, as suas manifestações e evolução clínica, aos seus meios diagnósticos e ao seu tratamento e medidas preventivas (KEZAR; CHURCH, 1979; BRAUN; RIHS; SCHEFER, 1992; UNDERWOOD, 1992; OWENS et al., 1998; AFONSO et al., 2005; MIRANDA NETO et al., 2005; MIRANDA NETO et al., 2011).

O tratamento da ALRA já é bem estabelecido por diversos autores e consiste, basicamente, na retirada do conteúdo alterado do interior do rúmen, restabelecimento da função motora e fermentativa ruminal e correção da desidratação e acidose metabólica presente (NAVARRE; PUGH, 2004; RADOSTITS et al., 2007; GARRY; MCCONNEL, 2015). Apesar da gravidade, a enfermidade, apresenta boas taxas de sucesso relatadas na literatura. Vieira et al. (2006) e Lira et al. (2013) descreveram a recuperação de 72,7% e 67,3%, respectivamente, dos animais estudados após o tratamento clínico.

Considerada por muitos autores uma medida fundamental para a recuperação do ambiente ruminal (NAVARRE; PUGH, 2004; RADOSTITS et al., 2007; GARRY; MCCONNEL, 2015), a transfaunação, ou seja, a transferência de suco ruminal de um animal sadio para um animal enfermo, é utilizada, em forma mais rudimentar, desde o século XVIII (BRAG; HANSEN, 1994). A transfaunação tem a finalidade de acelerar o crescimento da microbiota ruminal e, dessa forma, restabelecer a atividade fermentativa. Contudo, nenhum estudo científico crítico foi realizado sobre o real efeito desta prática após quadros de ALRA.

Já a correção da acidose metabólica instalada após a ALRA é realizada, tradicionalmente, pela administração de solução intravenosa de bicarbonato de sódio. Todavia, a administração dessa solução sem o conhecimento do déficit de bases (BE), ou seja,

sem a realização de gasometria, torna o seu uso impreciso e com risco de produzir no animal efeitos indesejáveis como a alcalose iatrogênica (HARTSFIELD; THURMON; BENSON, 1981; CONSTABLE, 2003; BERCHTOLD, 2009).

Uma alternativa ao uso do bicarbonato para a correção da acidose metabólica são os tampões metabolizáveis, como o lactato, acetato e propionato (KASARI, 1999). A metabolização dessas substâncias consomem íons H^+ causando a elevação do pH sanguíneo, sem no entanto, causar efeitos colaterais graves aos animais (KASARI; NAYLOR, 1985; NAYLOR; FORSYTH, 1986; LEAL; MARUTA; ORTOLANI, 2007; LEAL, MORI; ORTOLANI, 2007).

Uma nova solução contendo concentrações elevadas de lactato (84mEq/L) foi desenvolvida por Lisbôa e colaboradores como alternativa para o tratamento da acidose metabólica. A base desta solução, chamada L84, é a solução Ringer com lactato (SRL), entretanto, possui o triplo da sua concentração de lactato e menor concentração de cloreto. A solução L84 foi eficiente em corrigir a acidose metabólica em ovelhas (FLAIBAN et al., 2010), em bezerros (LISBÔA et al., 2012) e em equinos (ROMÃO et al., 2015), além de corrigir a desidratação, quando presente, e repor eletrólitos, sem causar nenhum efeito colateral. Esta solução nunca foi administrada em caprinos, saudáveis ou acidóticos.

Portanto, o presente trabalho tem como objetivo estudar dois aspectos relevantes do tratamento da ALRA: a real importância da transfaunação no restabelecimento ruminal e a correção da acidose metabólica com uma nova solução contendo 84 mEq/L de lactato.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 ACIDOSE LÁCTICA RUMINAL AGUDA

A ALRA é considerada a doença fermentativa mais grave dos pré-estômagos dos ruminantes. Em estudo realizado em um hospital veterinário no estado da Paraíba com pequenos ruminantes, a ALRA foi diagnosticada em 13,5% dos atendimentos referentes ao sistema digestório, com 46,4% de letalidade (LIRA et al., 2013).

Esta enfermidade é decorrente da ingestão de alimentos ricos em carboidratos prontamente fermentáveis em grande quantidade, como farelos, grãos e rações (RADOSTITS et al., 2007; GARRY; MCCONNEL, 2015). A ingestão de restos de comida caseira e de padarias, frutas e tubérculos também constituem fontes de carboidratos de fácil digestão e são causas frequentes da enfermidade em algumas localidades (VIEIRA et al., 2006; LIRA et al., 2013). A gravidade da ALRA depende de alguns fatores, como a adaptação da microbiota ruminal ao substrato consumido; a quantidade, a composição e o tamanho da partícula de alimento rico em carboidrato (GARRY; MCCONNEL, 2015).

O consumo excessivo de tais alimentos provoca uma rápida fermentação, queda no pH ruminal e favorecimento de bactérias amidolíticas, principalmente o *Streptococcus bovis*. Com o aumento da atividade destas bactérias ocorre uma queda mais brusca do pH ruminal e maior produção de ácidos graxos voláteis e também de ácido láctico. O pH ruminal continua diminuindo e quando atinge valores abaixo de cinco, ocorre a morte dos protozoários e das bactérias celulolíticas (RADOSTITS et al., 2007; GARRY; MCCONNEL, 2015). Quando o pH ruminal chega a valores inferiores à 4,5, ocorre a morte dos *S. bovis* e crescimento da população de *Lactobacillus* spp., cuja produção em grande quantidade de ácido láctico acarreta a ALRA (UNDERWOOD, 1992; MARUTA; ORTOLANI, 2002).

À medida que o pH ruminal declina, ocorre diminuição da amplitude e da frequência dos movimentos ruminais. Quando o pH se encontra abaixo de 5, já existe um quadro de atonia ruminal, que ocorre entre 8 a 12 horas após a ingestão do substrato fermentável em induções experimentais da enfermidade (RADOSTITS et al., 2007).

O acúmulo de ácido láctico no interior do rúmen aumenta a osmolaridade do conteúdo ruminal, levando ao desvio de água do plasma para o rúmen, o que acarreta distensão ruminal por líquido e desidratação (UNDERWOOD, 1992; OWENS et al., 1998). Sabe-se que a microbiota ruminal produz simultaneamente ácido láctico levógiro (Lactato L) e dextrógiro (Lactato D), que são absorvidos pela parede ruminal ou pelos intestinos, e chegam à corrente sanguínea (OWENS et al., 1998). Apesar de ser tamponado pelo bicarbonato sanguíneo, a absorção contínua de ácido láctico levará à acidose metabólica sistêmica, devido à queda brusca no pH, na concentração de bicarbonato e no excesso de bases (BE) (OWENS et al., 1998; RADOSTITIS et al., 2007). O isômero L pode ser metabolizado de maneira rápida pelo organismo animal e corresponde de 50 a 70% do ácido láctico total produzido no suco ruminal. O isômero D, que corresponde de 30 a 50% do ácido láctico total produzido, é metabolizado ou excretado lentamente pelo organismo animal (DING et al., 1998; OWENS et al., 1998; MARUTA; ORTOLANI, 2002), e pode causar manifestações clínicas graves quando acumulado (RADOSTITS et al., 2007; LORENZ; GENTILE, 2014).

A desidratação presente nos animais, quando na forma grave, leva à diminuição da perfusão tecidual e do débito cardíaco, acarretando queda da pressão arterial, perfusão renal e filtração glomerular. Esses fatores contribuem para o agravamento da acidose metabólica sistêmica, com diminuição da excreção de íons H^+ pela urina e aumento do metabolismo anaeróbio nos tecidos periféricos (UNDERWOOD, 1992).

Os sinais clínicos apresentados pelos pequenos ruminantes acometidos por ALRA podem variar de acordo com a quantidade e o tipo de alimento ingerido, mas, de maneira geral, constituem em: apatia, anorexia, atonia ruminal, distensão abdominal, diarreia com odor agriadoce, enoftalmia, desidratação, mucosas congestionadas, aumento do tempo de perfusão capilar, taquicardia e febre (BRAUN; RIHS; SCHEFER, 1992; NAVARRE; PUGH, 2004; VIEIRA et al., 2006; RADOSTITIS et al., 2007; LIRA et al., 2013; GARRY; MCCONNEL, 2015). O suco ruminal se altera de maneira característica nesta enfermidade, se tornando de coloração amarelo a acinzentado (de acordo com o substrato ingerido), de consistência aguada e odor ácido. Ocorre aumento do tempo de redução do azul de metileno (TRAM) por inatividade da microbiota ruminal (DIRKSEN; GRÜNDER; STÖBER, 1993; AFONSO et al., 2005; VIEIRA et al., 2006; MIRANDA NETO et al., 2005).

Se não tratada, a ALRA pode levar à morte do indivíduo acometido em 24 horas ou ao desenvolvimento de sequelas nos animais sobreviventes, como ruminite química, ruminite fúngica, hiperqueratose ruminal, abscessos hepáticos e laminite (NAVARRE; PUGH, 2004; RADOSTITS et al., 2007; GARRY; MCCONNEL, 2015).

2.2 TRATAMENTO DA ALRA E TRANSFAUNAÇÃO

O tratamento da ALRA consiste basicamente na restauração do ambiente ruminal adequado, com correção do pH ruminal, prevenção da absorção de ácido láctico adicional, restauração da motilidade dos pré-estômagos e na correção dos desequilíbrios hidroeletrolíticos e ácido base presentes (NAVARRE; PUGH, 2004; RADOSTITS et al., 2007; GARRY; MCCONNEL, 2015).

A correção dos desequilíbrios hidroeletrolíticos e ácido base ocorrerá com a infusão intravenosa de soluções eletrolíticas contendo substâncias alcalinizantes e será tratado em detalhes adiante nesta revisão.

A primeira medida para o restabelecimento do ambiente ruminal é a remoção do conteúdo alterado do interior do rúmen, por meio de lavagem ruminal e sifonamento do conteúdo, em casos moderados, ou por meio de ruminotomia, em casos graves (NAVARRE; PUGH, 2004; RADOSTITS et al., 2007; LIRA et al., 2013; GARRY; MCCONNEL, 2015). A lavagem ruminal é realizada com água aquecida, utilizando uma sonda esofágica de maior calibre possível para o paciente e pode ser feita repetidas vezes (GARRY; MCCONNEL, 2015).

Após a retirada do conteúdo fermentado de dentro do rúmen, deve ser oferecido para o animal volumoso de qualidade (NAVARRE; PUGH, 2004). Se o indivíduo não apresentar apetite espontaneamente ou se o apetite for caprichoso, a ingestão forçada de volumoso deve ser providenciada. A distensão leve do rúmen é benéfica, pois é um dos estímulos necessários para que ocorra sua contração ativa (GARRY; MCCONNEL, 2015). A administração intra ruminal de agentes alcalinizantes, como o bicarbonato de sódio (0,5g/kg) ou hidróxido de magnésio (1g/kg), é recomendada por alguns autores (NAVARRE; PUGH, 2004; VIEIRA et al., 2006; LIRA et al., 2013).

A transfaunação, ou seja, a transferência de determinado volume de suco ruminal de um animal sadio para um animal enfermo, é uma medida amplamente

recomendada no tratamento da ALRA. O objetivo desse procedimento é acelerar a recuperação da microbiota dos reservatórios gástricos e o restabelecimento da atividade fermentativa do animal doente (NAVARRE; PUGH, 2004; RADOSTITS et al., 2007; GARRY; MCCONNEL, 2015). A transfaunação é utilizada há muitos anos em quadros de indigestões primárias e secundárias de ruminantes (BRAG; HANSEN, 1994; NAVARRE; PUGH, 2004; RADOSTITS et al., 2007; GARRY; MCCONNEL, 2015). Embora essa prática seja frequentemente citada em casos naturais (BRAUN; RIHS; SCHEFER, 1992; VIEIRA et al., 2006; LIRA et al., 2013) e em estudos experimentais de indução de ALRA (MENDES NETTO; ORTOLANI, 2000; MARUTA et al., 2008; ORTOLANI; MARUTA; MINERVINO, 2010; MIRANDA NETO et al., 2011). A avaliação crítica de seus benefícios terapêuticos não foi realizada em nenhum trabalho de conhecimento dos autores.

O suco ruminal pode ser colhido com auxílio de sonda esofágica acoplada a uma bomba de vácuo, de ruminantes fistulados ou de abatedouros próximos (NAVARRE; PUGH, 2004; RADOSTITS et al., 2007; GARRY; MCCONNEL, 2015). Esta prática não apresenta contra indicações, é segura para o animal doador, porém não há padronização estabelecida em relação ao volume de líquido ruminal a ser administrado. DePeters e George (2014) recomendam a transferência de 1 a 4 litros de líquido ruminal para cabras e 1 litro para ovelhas. Brauns, Rihs e Schefer (1992) relataram que os animais de seu estudo receberam 0,5 a 1 litro de suco ruminal (uma única vez ou em repetidas vezes até 5 administrações), totalizando uma média de 2,2 litros/animal. Vieira et al. (2006) realizaram a transfaunação com 0,5 a 2 litros de líquido ruminal, sempre após sifonagem para retirada do conteúdo acidificado. Lira et al. (2013) relataram a administração de 2 litros de líquido ruminal. Esta inconsistência na literatura demonstra que estudos controlados precisam ser realizados para o estabelecimento de protocolos de tratamento eficientes.

2.3 EQUILÍBRIO ÁCIDO BASE

Várias enfermidades que acometem os pequenos ruminantes cursam com desequilíbrios hídricos, eletrolíticos e ácido base. Os distúrbios eletrolíticos acontecem como resultado da perda ou desvio de eletrólitos, ou das mudanças relativas em sua concentração devido à perda de água. Já nos desequilíbrios ácido

base, a acidose é causada por um aumento na concentração de ácido e a alcalose pelo aumento da reserva alcalina (RADOSTITS et al., 2007).

O pH sanguíneo deve ser mantido dentro de limites estreitos (7,35 – 7,45) para a homeostase do organismo animal. O metabolismo corporal origina grande quantidade íons H^+ e CO_2 , a partir do metabolismo de proteínas, lipídeos e carboidratos. A concentração de H^+ é mantida estável devido à ação dos sistemas de tamponamento, dentre os quais o mais importante é o sistema bicarbonato. Além disso, os pulmões, fígado e rins também atuam no equilíbrio ácido base, contribuindo para o tamponamento e manutenção do pH ideal (RADOSTITS et al., 2007; CARLSON; BRUSS, 2008; DI BARTOLA, 2011).

Existem duas abordagens do equilíbrio ácido base; a abordagem tradicional e a abordagem do modelo dos íons fortes, chamada de não tradicional (CONSTABLE, 1999). A abordagem tradicional considera a equação de Henderson-Hasselbalch, na qual o pH é uma variável dependente da concentração de HCO_3^- sanguíneo e da pCO_2 , consideradas variáveis independentes. Essa relação é demonstrada na seguinte equação (DI BARTOLA, 2011):

$$pH = pK_1' + \log \frac{[HCO_3^-]}{S \cdot pCO_2}$$

A abordagem tradicional avalia a pCO_2 como o componente respiratório e a concentração de HCO_3^- como o componente metabólico da equação. Portanto, quatro desequilíbrios ácido base podem ser identificados: acidose respiratória (aumento da pCO_2), alcalose respiratória (diminuição da pCO_2), acidose metabólica (diminuição do HCO_3^-) ou alcalose metabólica (aumento do HCO_3^-) (CONSTABLE, 1999). Em um organismo normal, essas alterações são imediatamente compensadas pelo seu componente oposto (DI BARTOLA, 2011).

Apesar de ser muito utilizada, a abordagem tradicional do equilíbrio ácido base não estabelece a causa do desequilíbrio durante a doença, por se tratar de uma abordagem descritiva, sendo esta sua principal desvantagem. Não é possível explicar como mudanças nas concentrações de eletrólitos, proteínas plasmáticas, fosfato e ácidos orgânicos podem alterar o pH, assim como satisfazer a dependência do pH à temperatura corporal (CONSTABLE, 2014). Dessa forma, a abordagem tradicional pode ser aplicada em condições de temperatura, proteína e concentração de eletrólitos normais, o que reduz sua utilização em animais enfermos (DI BARTOLA, 2011).

O modelo dos íons fortes simplificado, desenvolvido por Constable (1999) considera o pH e o HCO_3^- como as variáveis dependentes, e a pCO_2 , a diferença de íons fortes (SID_3) e a concentração de ácidos fracos não voláteis (A_{tot}) como as variáveis independentes (STEWART, 1983; CONSTABLE, 1999). A grande vantagem dessa abordagem é propiciar o conhecimento de como o pH se altera e se integra completamente na fisiologia eletrolítica e ácido base.

Esse modelo tem como fundamento três conceitos: a lei da eletroneutralidade, o equilíbrio de dissociação dos ácidos fracos e a lei da conservação das massas. Com base nestes três conceitos, Stewart criou uma equação, um polinômio de quarto grau, para determinar a concentração de H^+ em uma determinada solução em função da pCO_2 , da SID_3 e da A_{tot} (STEWART, 1983).

Os íons presentes no plasma podem ser agrupados em dois tipos principais: os íons tampão e os íons fortes, que são completamente dissociados em pH fisiológico e não têm efeito tampão. Sódio, potássio, cloreto e lactato são exemplos de íons fortes (CONSTABLE, 1999). Contudo, esses íons exercem efeito elétrico no plasma, pois a soma de cátions completamente dissociados no plasma não equivale à soma dos ânions completamente dissociados. Dessa maneira, a SID_3 é a diferença entre os cátions e ânions fortes completamente dissociados no plasma, representada pela equação $\text{SID}_3 = \text{Na}^+ + \text{K}^+ - \text{Cl}^-$. A alteração na concentração desses íons leva a alterações nas concentrações dos íons H^+ e do HCO_3^- (CONSTABLE, DE MORAIS, 2008; CONSTABLE, 2014). O aumento na SID_3 pode ocorrer, portanto, pela redução plasmática do Cl^- ou por elevação plasmática de Na^+ e resultará em alcalose metabólica. Já uma redução na SID pode ocorrer por diminuição plasmática de Na^+ ou pelo aumento plasmático de Cl^- ou de outro ânion forte não mensurado, como o lactato (CONSTABLE, 2014).

O *anion gap* (AG) representa numericamente a diferença entre cátions e ânions plasmáticos não mensurados. As alterações nas concentrações de cátions não mensurados são incompatíveis com a vida. Dessa forma, as alterações no AG mostram, principalmente, as alterações relativas aos ânions não mensurados, como o lactato L, lactato D e cetoácidos (DI BARTOLA, 2011). Mais recentemente, o conceito de *strong ion gap* (SIG) foi desenvolvido. Segundo Constable (2014), o cálculo do SIG atribui um valor para a carga aniônica das proteínas séricas e fornece informações duas vezes mais acuradas sobre os íons fortes não mensurados que o AG, especialmente em animais com concentrações anormais de proteínas plasmáticas, o

que é comum em animais enfermos. Uma elevação nos valores de SIG sugere elevação de cátions fortes não mensurados e uma redução nos valores do SIG indica aumento na concentração de ânions fortes não mensurados (CONSTABLE, 2014).

A desvantagem da aplicação do modelo dos íons fortes é a dificuldade em se obter o valor preciso da SID_3 , já que nem sempre a mensuração dos eletrólitos está disponível para o clínico veterinário (DI BARTOLA, 2011). Portanto, essa abordagem não deve substituir a abordagem tradicional e, sim, complementar. As duas teorias devem ser utilizadas em conjunto, pois desta maneira há melhor compreensão dos mecanismos causadores dos desequilíbrios ácido base e, conseqüentemente, do tratamento mais adequado a ser instituído (CONSTABLE, 2014).

2.4 ACIDOSE METABÓLICA

A acidose metabólica é caracterizada pela redução do pH sanguíneo, diminuição da concentração de HCO_3^- e do BE e diminuição compensatória da pCO_2 , segundo a abordagem tradicional do equilíbrio ácido base (DI BARTOLA, 2011; CONSTABLE, 2014). Na abordagem não tradicional, de acordo com a teoria dos íons fortes, a acidose metabólica ocorre por redução na SID ou por elevação na A_{tot} (DE MORAIS, 2008; CONSTABLE, 2014). Dessa forma, essa condição pode ser causada por perda de HCO_3^- corporal, pela adição de ácido, produção de ácidos pelo metabolismo corporal ou menor excreção renal dos mesmos (DI BARTOLA, 2011).

Fisiologicamente, a acidose metabólica é compensada pelo mecanismo respiratório com aumento da eliminação de CO_2 , reduzindo a pCO_2 , resposta estabelecida rapidamente após a instalação do desequilíbrio, porém de efeito limitado (CONSTABLE, 2003). O mecanismo renal de eliminação seletiva de íons H^+ e reabsorção de íons HCO_3^- é o mecanismo que efetivamente corrige o desequilíbrio a longo prazo (CONSTABLE, 2003; DI BARTOLA, 2011). Entretanto, é uma resposta relativamente lenta e depende de perfusão renal adequada e de ótima capacidade de filtração glomerular (CARLSON; BRUSS, 2008). Nas diversas enfermidades em que a acidose metabólica está presente, a correção renal pode não ser rápida o suficiente para garantir a sobrevivência do animal enfermo, sendo necessária, na maioria das vezes, a resolução da doença primária e a correção medicamentosa do desequilíbrio com substâncias alcalinizantes (BERTCHOLD, 1999; DI BARTOLA, 2011).

A acidose metabólica é uma condição frequente e comum a diversas doenças, como a ALRA, abordada previamente nesta revisão, a acetonemia das cabras e ovelhas, a cetose da vaca leiteira, as diarreias, as obstruções intestinais, as duodeno jejunites proximais dos equinos, insuficiências renais e em todas as condições de choque hipovolêmico, endotoxêmico e septicêmico (RADOSTITS et al., 2007; CONSTABLE, 2014).

Ao se utilizar o modelo de íons fortes, três mecanismos podem levar a diminuição da SID_3 : redução na concentração de Na^+ , aumento na concentração de Cl^- ou aumento na concentração de outros ânions fortes, como por exemplo, o lactato, o beta-hidroxibutirato e o acetoacetato (DI BARTOLA, 2011). Na ALRA, assim como na cetoacidose e nas acidoses urêmicas, ocorre o aumento na concentração de ânions fortes, porque foram produzidos em excesso, ou porque não foram excretados pelo organismo, levando a uma diminuição da SID_3 , o aumento do AG e a redução do SIG (RADOSTITS et al., 2007; CONSTABLE 2014).

Os sinais clínicos da acidose metabólica são decorrentes da doença primária que gerou o desequilíbrio. Todavia, depressão mental, sonolência, fraqueza muscular, decúbito esternal ou lateral, em casos graves, são observados em animais com esse desequilíbrio (RADOSTITS et al., 2007; DI BARTOLA, 2011). Recentemente, alguns estudos relataram a observação mais frequente desses sinais clínicos em quadros de acidose metabólica orgânica, nos quais há o aumento na concentração sanguínea do lactato D, produzido por bactérias intestinais ou ruminais, em casos de diarreia e ALRA (LORENZ, 2004; ABEYSEKARA et al., 2007; BERTCHOLD, 2009; LORENZ; GENTILE, 2014). De fato, a infusão intravenosa de lactato D em bezerros provocou diminuição de reflexo de sucção, diminuição do reflexo palpebral e de ameaça, ataxia e decúbito (ABEYSEKARA et al., 2007). Por outro lado, a indução de acidose hiperclorêmica não provocou nenhuma alteração de comportamento em bezerros (GENTILE et al., 2008) e em equinos (ROMÃO et al., 2015).

2.5 TRATAMENTO DA ACIDOSE METABÓLICA

O tratamento da acidose metabólica consiste na administração de soluções contendo substâncias alcalinizantes, classicamente o bicarbonato de sódio. Contudo, o clínico veterinário enfrenta grande dificuldade para executar essa medida

terapêutica. A avaliação do grau de acidose metabólica a campo é muito difícil, assim como o cálculo correto do valor de bicarbonato a ser infundido, pois ambos necessitam do conhecimento de variáveis sanguíneas obtidas por meio do exame hemogasométrico (pH, pCO₂, HCO₃⁻ e BE) (LISBÔA et al., 2002). O cálculo da quantidade de HCO₃⁻ a ser administrada no animal acidótico é obtida com a seguinte fórmula: HCO₃⁻ (mmol) = BE (mmol/L) x peso corporal (kg) x 0,5 (L/kg), na qual o fator 0,5 representa o volume de distribuição dos íons HCO₃⁻ no organismo (BERCHTOLD, 2009). Impedido de realizar o cálculo de reposição de HCO₃⁻, o clínico tem a opção de decidir o volume da solução de NaHCO₃ a ser infundido utilizando somente critérios subjetivos. A administração deste tampão de maneira rápida ou excessiva poderá causar efeitos indesejados como alcalose iatrogênica, hipernatremia, hipopotassemia, e hemorragia intracraniana (HARTSFIELD; THURMON; BENSON, 1981; BERCHTOLD, 2009). Por outro lado, se o volume administrado for insuficiente, ocorrerá apenas correção parcial do desequilíbrio.

O uso de soluções contendo bases metabolizáveis com potencial alcalinizante é uma alternativa para a correção da acidose metabólica e vem sendo estudado há alguns anos (KASARI; NAYLOR, 1985; NAYLOR; FORSYTH, 1986). As bases metabolizáveis como o lactato de sódio, o propionato de sódio e o acetato de sódio causam alcalinização somente após serem metabolizados por reações oxidativas em diferentes tecidos do organismo (KASARI, 1999). Dos tampões citados acima, o único disponível comercialmente no Brasil é o lactato, na solução de Ringer com lactato (SRL). No caso do lactato a metabolização ocorre principalmente no fígado, pela transformação direta em íon bicarbonato ($\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{COO}^- + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{HCO}_3^-$) ou por meio das vias gliconeogênica ($2\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{COO}^- \rightarrow 2\text{CH}_3\text{COCOOH} + 2\text{H}^+ + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) e oxidativa ($2\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{COO}^- + 2\text{H}^+ + 6\text{O}_2 \rightarrow 6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$), nas quais existe remoção de íons hidrogênio (H⁺) do meio aquoso (KASARI, 1999).

A SRL é a solução eletrolítica intravenosa mais utilizada, tanto na medicina como na medicina veterinária, para a correção da hemoconcentração, dos desequilíbrios eletrolíticos e da acidose metabólica. É ligeiramente hiposmolar (275 mOsm/L) e veicula a maior variedade de eletrólitos: sódio (130 mEq/L), cloreto (109 mEq/L), potássio (4 mEq/L) e cálcio (3 mEq/L) (BERCHTOLD, 2009). Entretanto sua capacidade alcalinizante é discutível.

A SRL não foi capaz de causar alcalose iatrogênica em equinos, ovelhas e bezerros saudáveis, quando infundidos em volume equivalente à 10% do seu peso corporal (CONSENZA et al., 2013). Ribeiro filho et al. (2007) observaram resultado semelhante em equinos acometidos por compactação de cólon maior, mesmo quando a SRL foi administrada em volume correspondente a 19% do peso corporal. Ainda, a SRL não foi capaz de corrigir a acidose metabólica presente em bezerros diarreicos e em garrotes portadores de ALRA induzida (MENDES NETTO; ORTOLANI, 2000; NAKAGAWA et al., 2009). No estudo de Cosenza et al. (2015), a SRL foi ineficaz em corrigir a acidose metabólica decorrente da ALRA induzida nas ovelhas estudadas, apesar de eficiente em reverter a desidratação presente.

Quando a concentração de lactato, ou qualquer outra base metabolizável, é elevada na composição das soluções, a capacidade alcalinizante da mesma também se eleva proporcionalmente. Os trabalhos de Kasari e Naylor (1985) e Naylor e Forsyth (1986) são os dois estudos fundamentais a respeito de precursores de bases metabolizáveis e do seu potencial alcalinizante. Em ambas as situações o lactato de sódio foi empregado, porém em concentrações mais elevadas (50 e 150 mEq/L, respectivamente) do que as da SRL. A eficiência de alcalinização do lactato de sódio em solução comprovou-se quase idêntica à do NaHCO_3 nos bezerros saudáveis (NAYLOR; FORSYTH, 1986). Nos bezerros diarreicos acidóticos, entretanto, essa eficiência foi reduzida e o tratamento com NaHCO_3 alcançou resultado superior (KASARI; NAYLOR, 1985). Mais recentemente, pesquisadores brasileiros testaram o efeito das bases metabolizáveis em garrotes saudáveis (LEAL; MORI; ORTOLANI, 2007) e acidóticos (LEAL; MARUTA; ORTOLANI, 2007), reforçando as evidências de que a solução contendo lactato de sódio possui efeito alcalinizante rápido tanto nos indivíduos equilibrados quanto nos desequilibrados. Mais uma vez a sua concentração na solução era elevada (150 mEq/L). Em todos esses estudos, o lactato de sódio foi empregado em soluções como o único soluto e em concentração elevada. A associação com outros eletrólitos em solução somente foi estudada em uma oportunidade (KASARI; NAYLOR, 1985).

Duas novas soluções eletrolíticas para uso intravenoso contendo composição relativamente parecida com a da SRL, porém com teores mais elevados de lactato (56 ou 84 mEq/L, respectivamente denominadas de L56 e L84) e menores de cloreto, foram idealizadas, desenvolvidas e testadas por Lisbôa e colaboradores. O potencial alcalinizante dessas soluções é diretamente proporcional à concentração de

lactato presente, e tanto em ovelhas (FLAIBAN, 2010) como em bezerros (JUNQUEIRA et al., 2015) saudáveis, quando a solução mais concentrada (L84) foi administrada em um volume correspondente a 10% PV, o BE se elevou em 10 a 15 mEq/L. Esse incremento seria teoricamente suficiente para a correção de um estado de acidose metabólica moderado a grave.

Esta solução comprovou-se eficaz para a correção da desidratação e da acidose metabólica de grau moderado em ovelhas (FLAIBAN et al., 2010), correção da acidose metabólica induzida em bezerros (LISBÔA et al., 2012) e correção da acidose hiperclorêmica induzida em equinos (ROMÃO et al. 2015). Esses resultados comprovaram que a solução L84 administrada em um volume correspondente a 10% PV foi eficaz para corrigir os desequilíbrios presentes. Em todos os estudos realizados, quer em animais sadios quer em acidóticos, os efeitos das soluções com lactato de sódio foram comparados aos de soluções contendo quantidades equimolares de NaHCO_3 , e não houve diferença, o que comprova que a metabolização do lactato é muito rápida tanto no organismo equilibrado quanto na condição de acidose (FLAIBAN, 2010; LISBÔA et al., 2012; JUNQUEIRA et al., 2015; ROMÃO et al., 2015).

Os estudos citados comprovaram o potencial alcalinizante e a segurança do lactato de sódio quando utilizado em concentrações mais elevadas em algumas espécies. Nos caprinos, não há estudos que comprovem a eficiência desta base metabolizável.

3 HIPÓTESES

- Hipótese 1: A transfaunação é um procedimento de importância crítica para a recuperação da saúde de caprinos e ovinos acometidos por acidose láctica ruminal aguda.
- Hipótese 2: A solução eletrolítica intravenosa contendo 84 mEq/L de lactato provoca alcalose iatrogênica em cabras sadias.
- Hipótese 3: A solução eletrolítica intravenosa contendo 84 mEq/L de lactato corrige a acidose metabólica presente em cabras portadoras de acidose láctica ruminal aguda.

4 OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GERAL

- Testar a eficácia da transfaunação no tratamento de caprinos e ovinos adultos submetidos a indução experimental de acidose láctica ruminal aguda e investigar a aplicação terapêutica de uma solução eletrolítica intravenosa contendo concentração elevada de lactato de sódio (84 mEq/L) em caprinos portadores de acidose metabólica.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analisar o efeito da transfaunação sob parâmetros clínicos e ruminais após o tratamento de caprinos e ovinos submetidos à indução experimental de acidose láctica ruminal aguda.
- Comparar o tempo de restabelecimento da atividade motora e fermentativa ruminal entre animais que receberam ou não receberam a transfaunação após o tratamento da acidose láctica ruminal aguda induzida.
- Investigar o potencial alcalinizante da solução Ringer com lactato e da solução eletrolítica contendo 84 mEq/L de lactato em caprinos saudáveis.
- Testar a eficácia da solução eletrolítica contendo 84 mEq/L de lactato para corrigir a acidose metabólica e a hemoconcentração presentes em cabras com acidose láctica ruminal aguda induzida.
- Identificar os possíveis efeitos colaterais manifestados durante o tratamento com a solução eletrolítica contendo 84 mEq/L de lactato nos caprinos.

5 ARTIGO A**IMPORTÂNCIA DA TRANSFAUNAÇÃO NO TRATAMENTO DA ACIDOSE
LÁCTICA RUMINAL AGUDA INDUZIDA EM CABRAS E OVELHAS**

Artigo formatado conforme as normas da revista Pesquisa Veterinária Brasileira (endereço eletrônico: <http://www.pvb.com.br>)

Importância da transfaunação no tratamento da acidose láctica ruminal aguda induzida em cabras e ovelhas¹

Priscilla F.V. Pereira², Fernanda T.N.A.M. Romão³, Karina K.M.C. Flaiban⁴, Júlio A.N. Lisbôa^{2*}

ABSTRACT.- Pereira P.F.V., Romão F.T.N.A.M., Flaiban K.K.M.C., Lisbôa J.A.N. 2016. [Value of transfaunation on the treatment of induced ruminal lactic acidosis in goats and sheep.] Importância da transfaunação no tratamento da acidose láctica ruminal aguda induzida em cabras e ovelhas. *Pesquisa Veterinária Brasileira* 00(0):00. Departamento de Clínicas Veterinárias, Universidade Estadual de Londrina, Rodovia Celso Garcia Cid - PR 445 Km 380, s/n, Campus Universitário, Londrina, PR 86057-970, Brazil. E-mail: janlisboa@uel.br

The aim of this study was to evaluate the value of transfaunation in the treatment and recovery of goats and sheep with acute rumen lactic acidosis (ARLA) experimentally induced. Six goats (41,2 ± 5,6kg) and six sheep (46,8 ± 4,57kg), non-pregnant and non-lactating, received 15g of sucrose per kilogram of body weight for the disease induction. The ARLA was induced in each animal twice with an interval of 30 days after full recovery of the first induction. Therapeutic procedures consisted in removal of the rumen fluid content by washing and siphoning with an esophageal tube, and correction of metabolic acidosis with electrolyte solutions containing sodium lactate or sodium bicarbonate. The transfaunation was part of only one of each animal treatment and consisted in administration of two liters of rumen fluid collected from a healthy cow. Complete recovery was assessed by physical examinations and rumen fluid examinations up to four days after therapeutic procedures. The efficacy of treatment protocols, with or without transfaunation was compared. Goats and sheep showed clinical signs of maximum intensity (apathy, rumen stasis, abdominal distension, diarrhea and moderate dehydration) 16 hours after the intraruminal administration of sucrose. The frequency of ruminal movements became normal on the third day after therapeutic procedures, with no difference between species, and regardless transfaunation. The ruminal fluid transfer did not accelerate the recovery of appetite, considered normal only on the fourth day after treatment in both species. The characteristics of ruminal fluid 16 hours after induction were similar to the typical ARLA. When transfaunation was received, goats and sheep showed recovery of characteristics of color, odor and consistency faster than when they did not receive. The fermentative activity of the rumen microbiota was not impacted by transfaunation and normalized two and three days after therapeutic procedures in sheep and goats, respectively. The transfaunation promoted faster return of the protozoa population, which was observed 24 hours after therapeutic procedures in both species. When the animals did not receive transfaunation, the protozoa returns occurred only on the second day after therapeutic procedures. Full recovery of the animals occurred within four days, regardless of transfaunation. In conclusion, the ruminal fluid transfer can not be considered crucial for the treatment and convalescence of goats and sheep affected by ARLA.

INDEX TERMS: Ruminal fluid transfer, fermentative reticulorruminal disease, small ruminant

¹ Recebido em

Aceito para publicação em

² Departamento de Clínicas Veterinárias, Universidade Estadual de Londrina (UEL), Campus Universitário, Caixa Postal 10011. CEP 86057-970 Londrina, PR, Brasil. *Autor para correspondência: janlisboa@uel.br

³ Departamento de Medicina Veterinária, Faculdade de Ensino Superior e Formação Integral de Garça, Rodovia Comandante João Ribeiro de Barros - SP Km 420, s/n, Bairro Rural, Garça, SP, Brasil.

⁴ Departamento de Medicina Veterinária Preventiva, Universidade Estadual de Londrina (UEL), Campus Universitário, Caixa Postal 10011. CEP 86057-970 Londrina, PR, Brasil.

RESUMO.- O objetivo deste trabalho foi avaliar a importância da transfaunação no tratamento e recuperação de cabras e ovelhas com acidose láctica ruminal aguda (ALRA) induzida experimentalmente. Seis cabras ($41,2 \pm 5,6\text{kg}$) e seis ovelhas ($46,8 \pm 4,57\text{kg}$) não gestantes e não lactantes, receberam 15g de sacarose por quilo de peso corporal para indução da enfermidade. A ALRA foi induzida duas vezes em cada animal, com intervalo de 30 dias após recuperação total da primeira indução. Os procedimentos terapêuticos consistiram na remoção do conteúdo ruminal líquido por lavagem e sifonamento com auxílio de sondagem esofágica, e na correção da acidose metabólica com soluções eletrolíticas, contendo lactato ou bicarbonato de sódio, infundidas por via intravenosa. A transfaunação fez parte de apenas um dos tratamentos de cada animal e consistiu na administração por sondagem esofágica de 2L de suco ruminal de um bovino sadio. A recuperação completa foi avaliada por exames físicos e exames do suco ruminal realizados até quatro dias após os procedimentos terapêuticos. A eficácia dos protocolos de tratamento, com ou sem transfaunação, foi comparada. As cabras e ovelhas apresentaram sinais clínicos de intensidade máxima (apatia, atonia ruminal, distensão abdominal, diarreia de consistência pastosa a líquida e desidratação moderada) 16 horas após a administração intrarruminal de sacarose, sem distinção entre as espécies. A frequência de movimentos ruminais se normalizou no terceiro dia após os procedimentos terapêuticos, sem diferença entre as espécies, e independente de terem recebido a transfaunação ou não. A transferência de suco ruminal também não acelerou a recuperação do apetite, que foi considerado normal somente no quarto dia após os procedimentos terapêuticos, em ambas as espécies. As características do suco ruminal 16 horas após a indução mostraram-se semelhantes aos quadros típicos de ALRA. Quando receberam a transfaunação, os caprinos e ovinos apresentaram recuperação das características de cor, odor e consistência mais rapidamente do que quando não receberam. A atividade fermentativa da microbiota ruminal não sofreu influência da transfaunação e se normalizou dois e três dias após os procedimentos terapêuticos nas ovelhas e cabras, respectivamente. A transfaunação promoveu o retorno mais rápido da população de protozoários ruminais, que já foram observados 24 horas após os procedimentos terapêuticos, em ambas as espécies. Quando os animais não receberam a transfaunação, o retorno dos protozoários só ocorreu no segundo dia após os procedimentos terapêuticos. A recuperação completa dos animais estudados ocorreu em até quatro dias, independente da realização da transfaunação ou não. Conclui-se que a transferência de suco ruminal não pode ser considerada crucial para o tratamento e convalescença de caprinos e ovinos acometidos por de ALRA.

TERMOS DE INDEXAÇÃO: transferência de suco ruminal, doença fermentativa reticulorruminal, pequenos ruminantes

INTRODUÇÃO

A transfaunação, ou seja, a transferência de certo volume de suco ruminal proveniente de um animal sadio para um receptor doente, é um procedimento tradicional e frequentemente utilizado para o tratamento das espécies ruminantes (Lira et al. 2013, De Peters & George 2014, Smith 2015) e vem sendo praticada há mais de dois séculos (Brag & Hansen 1994). O líquido ruminal a ser transferido deve ser obtido de um ruminante sadio e adaptado à mesma alimentação que o animal enfermo receberá no período de convalescência (Pugh 2004, Radostits et al. 2007, Smith 2015). A transfaunação é indicada nos casos de indigestões ou sempre que a microbiota ruminal estiver comprometida ou com atividade reduzida, tendo a finalidade de restabelecer a população microbiana e a atividade fermentativa nos pré-estômagos (Pugh 2004, Radostits et al. 2007, Jasmin et al. 2011).

A transfaunação é particularmente recomendada nos casos de Acidose Láctica Ruminal Aguda (ALRA), considerada a doença fermentativa pré-estomacal mais grave, uma vez que a maior parte da microbiota é destruída (Smith 2015). Este procedimento tem sido empregado nos casos naturais e de indução experimental dessa enfermidade em bovinos (Maruta & Ortolani 2002, Leal, Maruta & Ortolani 2007, Ortolani, Maruta & Minervino 2010) e em pequenos ruminantes (Braun, Rihs & Schefer 1992, Afonso et al. 2005, Vieira et al. 2006, Miranda Neto et al. 2011).

Apesar da utilização rotineira na clínica buiátrica, a avaliação crítica da sua necessidade ou importância em promover benefícios terapêuticos verdadeiros não foi investigada consistentemente. Estudos científicos a respeito desse procedimento terapêutico são raros (Tankersley, DePeters & Graham 2007, DePeters & George 2014). A eficácia da transfaunação foi avaliada uma única vez, em

vacas após a correção cirúrgica do deslocamento abomasal à esquerda (Rager et al. 2004). Os autores desconhecem estudos dessa natureza nos casos de indigestões primárias, ou mais especificamente, naqueles de origem fermentativa.

O objetivo deste trabalho foi avaliar as mudanças no suco ruminal após a transfaunação em ovelhas e cabras portadoras de ALRA induzida e determinar a importância desse procedimento para o tratamento da enfermidade em questão.

MATERIAL E MÉTODOS

Os projetos de pesquisa foram aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Estadual de Londrina, sob os protocolos CEUA/Uel 40/2007 e 132/2012.

Animais. Participaram do estudo seis cabras adultas da raça Saanen, com $41,2 \pm 5,6$ kg de peso corporal, e seis ovelhas adultas mestiças, com $46,8 \pm 4,57$ kg de peso corporal, sadias, não gestantes e não lactantes. Durante todo o período experimental, os animais foram alimentados com feno de capim coast-cross (*Cynodon dactylon*) à vontade, ração comercial para caprinos (Ração Cocari caprinos adultos, Cocari®, Mandaguari, Paraná, Brasil) e ovinos (Ração ovinos adultos, SRM®, Maringá, Paraná, Brasil) (300g divididos em duas vezes ao dia), sal mineral (Sal Rural Maringá, SRM®, Maringá, Paraná, Brasil) e água à vontade. As fêmeas permaneceram alojadas em baias coletivas e passaram por um período de 30 dias de adaptação à dieta antes da primeira indução de ALRA.

Indução da ALRA. A ALRA foi induzida com sacarose (Açúcar Cristal Estrela; LDC Bionergia S.A.®, São Paulo, Brasil) na dose de 15 gramas/kg de peso corporal (Kezar & Church 1979) diluídos em dois litros de água morna (39°C) e administrados, por meio de sondagem esofágica, diretamente no interior do rúmen. Os animais permaneceram com acesso livre à água e em jejum de alimentos sólidos por 18 horas anteriormente à indução.

Cada animal foi submetido à indução da ALRA duas vezes, recebendo a transfaunação após o procedimento terapêutico em uma das vezes. A segunda indução de ALRA ocorreu, no mínimo, 30 dias após a recuperação completa do primeiro quadro induzido.

Procedimentos terapêuticos. O procedimento terapêutico foi iniciado 16 horas após a administração da sacarose e consistiu na remoção do conteúdo líquido ruminal por meio da sondagem esofágica e da lavagem do rúmen, seguida de fluidoterapia para correção da acidose metabólica e da desidratação. A lavagem ruminal foi realizada com o total de 16 litros de água morna, recuperados por sifonamento com auxílio da compressão manual do abdômen (quatro procedimentos consecutivos com quatro litros de água de cada vez).

Após a lavagem ruminal, foi iniciada a infusão intravenosa de solução eletrolítica ligeiramente hiposmolar (275 mOsm/L de osmolaridade calculada), contendo o bicarbonato de sódio ou o lactato de sódio, como composto alcalinizante, em concentração de 84 mEq/L (Junqueira et al. 2015). A solução foi administrada por infusão contínua, totalizando o volume correspondente a 10% do peso corporal que cada animal apresentou após a remoção do conteúdo líquido ruminal. A velocidade de infusão foi de 25 mL/kg/h, o que correspondeu a quatro horas para a administração de todo o volume.

Duas horas após o término da infusão intravenosa, outra lavagem ruminal foi executada com o total de 12 litros de água morna (três procedimentos consecutivos com quatro litros de água de cada vez). Esse procedimento teve a finalidade de garantir que a maior parte do ácido láctico e da sacarose ainda presentes no interior do rúmen fosse removida efetivamente.

Transfaunação. O delineamento experimental adotado foi o *cross-over*, no qual cada ovelha ou cabra foi tratada de duas maneiras: uma com transfaunação e outra sem. A ordem dos tipos de tratamento (com ou sem transfaunação) foi determinada por sorteio. Após a última lavagem ruminal (hora 22), dois litros de suco ruminal fresco, colhidos de um bovino, foram imediatamente administrados por sondagem esofágica para o interior do rúmen das cabras e das ovelhas estudadas.

O suco ruminal transferido foi colhido sempre e exclusivamente de um mesmo bovino adulto cuja dieta consistia, regularmente, de feno de capim Coast-cross e de silagem de sorgo. A colheita foi realizada por meio da sondagem esofágica com auxílio de um sistema para produção de vácuo em um recipiente de vidro. O bovino manteve-se clinicamente sadio durante todo o período do experimento. As amostras de suco ruminal transferidas apresentavam características de coloração, odor e

consistência normais e pH dentro dos valores fisiológicos (Dirksen, Gründer & Stöber 1993), variando de 6,7 a 7,1. Não foram realizadas provas específicas para avaliação da microbiota, mimetizando-se, dessa forma, as condições de rotina de trabalho a campo.

Acompanhamento dos animais. Após o término da infusão intravenosa e durante todo o restante do período de observação da recuperação do quadro, as fêmeas foram acondicionadas em baias individuais e receberam unicamente feno de capim Coast-cross e água à vontade.

Exames físicos foram realizados antes da indução e após a mesma a cada oito horas durante quatro dias consecutivos. Foram avaliados temperatura retal, frequências respiratória e cardíaca, frequência dos movimentos ruminais, perímetro abdominal mensurado imediatamente caudal à última costela, estado de hidratação, cor das mucosas, característica das fezes, comportamento e postura. O apetite foi avaliado subjetivamente (pelo comportamento exibido com a oferta do alimento) e objetivamente, por meio da diferença entre as pesagens do feno oferecido e da sua sobra no cocho.

A função fermentativa da microbiota ruminal foi avaliada por meio da análise laboratorial de amostras de suco ruminal coletadas antes da indução, no início do procedimento terapêutico e a cada 24 horas por três dias consecutivos. Foram avaliados cor, odor, consistência, pH (Potenciômetro eletrônico PG1800, Gehaka®, São Paulo, São Paulo, Brasil), tempo de redução do azul de metileno (TRAM) e prova de flotação (flutuação e sedimentação) medindo-se o tempo de atividade do sedimento (TAS) (Dirksen, Gründer & Stöber 1993). A presença e atividade dos protozoários pequenos, médios e grandes foi avaliada (Dirksen, Gründer & Stöber 1993). Realizou-se avaliação morfotintorial da microbiota bacteriana com esfregaços confeccionados com o suco ruminal e corados com coloração de Gram, estabelecendo-se a proporção entre as bactérias Gram negativas e Gram positivas presentes.

O tempo necessário para a recuperação completa, considerando-se as funções motora reticulorruminal e fermentativa da microbiota, assim como o apetite, foi computado como critério de comparação entre os dois tipos de tratamento (com ou sem transfaunação).

Análise estatística. A análise de variância de medidas repetidas bifatorial foi empregada para avaliar o efeito do tempo (antes e após a indução), o efeito da transfaunação (com ou sem) e a interação entre os dois fatores sobre as variáveis quantitativas. A análise estatística foi realizada considerando cada espécie em separado. Admitiu-se a probabilidade de erro de 5%. O programa de informática *SigmaStat for Windows 3.1* foi empregado para a realização da análise estatística.

RESULTADOS

A administração intrarruminal de 15g/kg de sacarose provocou o quadro de ALRA nas cabras e nas ovelhas, sem distinção aparente entre as espécies quanto à magnitude dos sinais e à evolução. Dezesesseis horas após, todos os animais apresentavam atonia ruminal, taquicardia, distensão abdominal, apatia, desidratação moderada e diarreia, com as fezes variando de pastosas a liquefeitas. A temperatura retal e a frequência respiratória não se alteraram. Após as lavagens ruminais e a hidratação intravenosa, observou-se a remissão dos sinais em todos os animais, exceto a disfunção motora reticulorruminal que se manteve presente. Esse padrão de resposta aos procedimentos terapêuticos foi semelhante nas duas espécies independente de terem recebido a transfaunação ou não.

A frequência dos movimentos ruminais se reduziu até alcançar a atonia 16 horas após a indução (Figura 1). Essa condição se manteve até o momento em que o feno foi novamente oferecido após o término da infusão intravenosa de fluidos (hora 20). A hipomotilidade ruminal manteve-se presente mesmo após os procedimentos terapêuticos e a frequência fisiológica foi alcançada na hora 56, no caso das ovelhas, e na hora 72, no caso das cabras. Para ambas as espécies, a variação da frequência dos movimentos ruminais não sofreu efeito da realização da transfaunação ($P>0,05$). O apetite manteve-se diminuído inicialmente e só foi considerado normal ao término do quarto dia após os procedimentos terapêuticos (Figura 2). Aparentemente, a velocidade da recuperação da ingestão voluntária de feno não foi influenciada pela realização da transfaunação em qualquer uma das espécies.

Os resultados das avaliações seriadas do suco ruminal das cabras e das ovelhas estão apresentados nos Quadros 1 e 2, respectivamente. Com a indução da ALRA, as características físicas do suco ruminal alteraram-se, sem distinção aparente entre as duas espécies. O retorno da cor, do odor

e da consistência à situação fisiológica ocorreu naturalmente três dias depois (hora 88). Quando os animais receberam a transfaunação o restabelecimento das características originais foi mais rápido, completando-se em dois dias (hora 64).

Dezesseis horas após a indução, o pH do suco ruminal apresentava valores médios acentuadamente reduzidos, tanto nas cabras, quanto nas ovelhas. A remoção dos ácidos acumulados no interior do rúmen, por meio das lavagens ruminais, foi eficiente para corrigir a acidose ruminal. Valores de $6,43 \pm 0,51$ e de $5,97 \pm 0,12$ foram observados no suco ruminal das cabras e das ovelhas, respectivamente, logo antes da execução da segunda lavagem ruminal (hora 22). Nos dias seguintes, os valores do pH oscilaram dentro da faixa de variação fisiológica, em ambas as espécies. Tanto nas cabras como nas ovelhas, a transfaunação não interferiu com a variação do pH do suco ruminal ($P > 0,05$).

Com a instalação da ALRA, o tempo de redução do azul de metileno (TRAM) elevou-se para além dos 20 minutos, nas duas espécies. O retorno aos valores originais ocorreu dois dias após o tratamento (hora 64) nas ovelhas e três dias após o tratamento (hora 88) nas cabras. A variação do TRAM não sofreu influência da transfaunação ($P > 0,05$). O tempo de atividade do sedimento (TAS) não apresentou alteração relevante com a doença, em ambas as espécies, e a transfaunação, igualmente, não interferiu com as variações desse parâmetro ($P > 0,05$).

Com a ALRA, os infusórios desapareceram do suco ruminal de todos os animais. Naqueles que receberam a transfaunação, infusórios ativos de diferentes tamanhos já foram visualizados um dia após os procedimentos terapêuticos (hora 40). Nos animais que não receberam a transfaunação, os infusórios começaram a reaparecer somente a partir do segundo dia após os procedimentos terapêuticos (hora 64). Mesmo assim, somente os de tamanho pequeno foram observados e estavam presentes em número reduzido. Um dia depois (hora 88), essa mesma situação se manteve nas ovelhas, enquanto que nas cabras, pequena quantidade de infusórios de tamanho médio passou a ser também visualizada.

A ALRA modificou a microbiota bacteriana do suco ruminal aumentando a proporção de bactérias Gram positivas, em ambas as espécies. Entretanto, essa mudança foi mais intensa nas ovelhas. Após os procedimentos terapêuticos, observou-se o restabelecimento gradual da microbiota bacteriana, com retorno ao predomínio de bactérias Gram negativas, tanto nas ovelhas quanto nas cabras, sem influência aparente da realização ou não da transfaunação.

DISCUSSÃO

O protocolo experimental com sacarose foi eficiente para provocar o quadro de ALRA e as fêmeas estudadas manifestaram os sinais típicos da doença, observados em casos naturais (Braun, Rihs & Schefer 1992, Vieira et al. 2006, Leal, Maruta & Ortolani 2007) ou induzidos (Afonso et al. 2002a, Afonso et al. 2002b, Maruta & Ortolani 2002, Afonso et al. 2005, Miranda Neto et al. 2005, Ortolani, Maruta & Minervino 2010, Miranda Neto et al. 2011). Apesar de a hipertermia ter sido relatada em caprinos e ovinos acometidos (Braun, Rihs & Schefer 1992, Afonso et al. 2002b, Afonso et al. 2005, Miranda Neto et al. 2005, Miranda Neto et al. 2011), essa alteração não estava presente nos animais deste estudo.

A inibição da atividade motora reticulorruminal observada nos animais do presente trabalho pode ser explicada pela redução do pH do suco ruminal em função do ácido láctico acumulado no interior do rúmen (Huber 1976, Dirksen, Gründer & Stöber 1993, Smith 2015). A estase ruminal nesses casos pode ser considerada um mecanismo de defesa, pois diminui a absorção do ácido láctico no intestino e evita o agravamento da acidose metabólica (Huber 1976). A remoção do ácido láctico acumulado, por meio das lavagens ruminais, contribuiu para o restabelecimento gradativo da atividade motora pré-estomacal nas cabras e ovelhas estudadas.

Os procedimentos terapêuticos adotados foram eficazes para acelerar o retorno à saúde em todos os animais estudados. Tomando-se como base os restabelecimentos da frequência dos movimentos ruminais e das características do suco ruminal, pode-se afirmar que as cabras e as ovelhas recuperaram a saúde no terceiro dia após o tratamento. A avidez completa pelo alimento, no entanto, retornou mais tarde, ao final do quarto dia. Em outros estudos de indução de ALRA com sacarose em cabras e em ovelhas, nos quais os animais não foram tratados porque o intuito era acompanhar a evolução natural da doença, a recuperação foi mais tardia e o início da melhora clínica foi relatado a

partir das 48 horas após a indução (Afonso et al. 2002a, Afonso et al. 2002b, Miranda Neto et al. 2005, Miranda Neto et al. 2001).

Em relação ao suco ruminal, as alterações observadas antes dos procedimentos terapêuticos foram características dos quadros de ALRA (Dirksen, Gründer & Stöber 1993, Smith 2015) e compatíveis com as observações de outros estudos de indução experimental com sacarose (Kezar & Church 1979, Cao et al. 1987, Afonso et al. 2002b, Miranda Neto et al. 2005, Miranda Neto et al. 2011). A cor tornou-se castanha, ao invés da coloração amarelada a cinza leitosa esperada nos casos de ocorrência natural da doença (Braun, Rihs & Schefer 1992, Dirksen, Gründer & Stöber 1993, Smith 2015). Essa coloração pode ser explicada pelo fato de a sacarose, e não o milho, ter sido o agente causador da enfermidade. O odor ácido e a consistência aquosa são padrão da ALRA, como consequência do acúmulo de ácido láctico e do fluxo de líquidos para o interior do rúmen (Dougherty, Riley & Cook 1975, Radostitis et al. 2007).

O retorno do pH aos valores fisiológicos, em ambas as espécies, observado logo antes da realização da segunda lavagem ruminal, é a prova de que as medidas terapêuticas adotadas foram eficientes para a correção do quadro de ALRA. Nos estudos em que a doença foi induzida com sacarose em caprinos e em ovinos, o reestabelecimento dos valores de pH do suco ruminal ocorreu das 48 até 144 horas após a indução (Kezar & Church 1979, Afonso et al. 2002b, Miranda Neto et al. 2005). O intervalo de tempo menor observado no presente trabalho pode ser explicado pela adoção da lavagem ruminal com remoção de parte do conteúdo ruminal alterado.

O TRAM maior do que 20 minutos observado antes dos procedimentos terapêuticos é coerente com outros relatos (Basak, Span & Chakrabarti 1993, Afonso et al. 2002b, Maruta & Ortolani 2002), e ocorre devido à inativação da microbiota pré-estomacal. A restauração do ambiente ruminal, com a retirada do conteúdo ácido acumulado por meio das lavagens ruminiais, foi fundamental para o retorno aos valores fisiológicos em menor tempo do que o relatado em outros estudos, nos quais a lavagem ruminal não foi realizada (Miranda Neto et al. 2005, Miranda Neto et al. 2011). Dentre os métodos de avaliação empregados, o TRAM é o único indicador objetivo da atividade fermentativa da microbiota ruminal (Dirksen, Gründer & Stöber 1993, Smith 2015) e o seu retorno a valores fisiológicos reflete a recuperação da capacidade metabólica das bactérias.

Existem informações conflitantes sobre o comportamento do TAS em quadros de ALRA. Pode estar reduzido, em decorrência da mudança da microbiota bacteriana de Gram negativa para Gram positiva (Randhawa, Ahuja & Rathor 1989), aumentado (Basak, Span & Chakrabarti 1993), ou inalterado (Miranda Neto et al. 2005, Miranda Neto et al. 2011), como o observado neste estudo.

A ausência de infusórios no suco ruminal 16 horas após a indução já foi relatada (Braun, Rihs & Schefer 1992, Afonso et al. 2002b, Afonso et al. 2005, Miranda Neto et al. 2005, Miranda Neto et al. 2011) e se deve ao aumento da acidez no interior do órgão. Os protozoários perdem sua atividade quando o pH ruminal está abaixo de 5,5 e sofrem lise quando o pH alcança valores inferiores a 5,0 (Hungate 1966). O aumento gradual no número de pequenos infusórios vivos começa a ser observado entre 48 e 96 horas após a indução experimental de ALRA (Miranda Neto et al. 2005, Miranda Neto et al. 2011), assim como descrito no presente trabalho quando os animais não receberam a transfaunação. O retorno dos infusórios no suco ruminal é mais rápido quando a transfaunação é realizada e isso é demonstrado pela primeira vez no presente trabalho.

O predomínio das bactérias Gram positivas, 16 horas após a indução, é coerente com relatos anteriores (Hungate 1966, Owens et al. 1998, Miranda Neto et al. 2005, Miranda Neto et al. 2011) e reflete o crescimento de bactérias resistentes ao meio ácido, sendo elas próprias as produtoras do ácido láctico. O restabelecimento da flora normal, com maior proporção de bactérias Gram negativas, ocorre, gradativamente, após a correção do ambiente ruminal (Afonso et al. 2002b, Miranda Netto et al. 2005). Diferente do que ocorreu com os protozoários, a transfaunação não influenciou a velocidade do retorno das bactérias à sua proporção fisiológica.

Diante dos resultados obtidos no presente estudo, pode-se afirmar que a realização da transfaunação não contribuiu para abreviar o período de convalescência dos animais. Não acelerou a recuperação da função motora reticulorruminal ou o retorno ao apetite, e não interferiu com as variações de pH, TRAM e TAS, ou seja, não afetou o restabelecimento da função fermentativa. Contudo, é inegável que a transfaunação desempenha papel importante no restabelecimento mais rápido das características físicas do suco ruminal e da população de infusórios no rúmen após quadros de ALRA.

É difícil definir a relevância biológica e clínica desse achado porque, ao contrário das bactérias ruminais, pouco se compreende ainda sobre o papel que os infusórios desempenham no metabolismo fermentativo pré-estomacal. Dentre as suas principais funções estão o controle da microbiota ruminal como um todo, pois são predadores de bactérias, leveduras e fungos; a manutenção da anaerobiose por consumirem oxigênio; o efeito indireto como fonte de nutrientes por depositarem polissacarídeos, lipídios e proteínas em seu interior; e a estabilização do pH ruminal por consumirem uma porcentagem do amido da dieta e diminuírem o potencial redox, criando um ambiente adequado para o crescimento bacteriano, principalmente da microbiota celulolítica (Lucci 1997, Cunningham 2004, De Peters & George 2014). Entretanto, diferentemente das bactérias, os infusórios não são essenciais para a manutenção da atividade fermentativa pré-estomacal e da homeostase e sobrevivência dos ruminantes (Carvalho, Barbosa & McDowell 2005). Segundo Bird & Leng (1978) a eliminação dos protozoários ruminais, por exemplo, aumenta o ganho de peso diário em animais que ingerem dieta rica em energia. Além disso, apesar de contribuírem para a síntese protéica dentro do rúmen, a maioria dos infusórios morre e é degradada ainda no interior do órgão, sendo reduzido o fluxo dessas proteínas para o restante do trato digestório (Leng 1982).

Ainda que existam indicações para o uso da transfaunação em diferentes enfermidades ruminais (Brag & Hansen 1994, Radostitis et al. 2007, De Peters & George 2014, Smith 2015) e apesar do seu emprego frequente na clínica buiátrica, os autores desconhecem qualquer investigação científica que tenha avaliado criticamente os efeitos desse procedimento no tratamento das enfermidades fermentativas reticuloruminais. O único estudo desenvolvido com esse objetivo avaliou vacas em início da lactação acometidas por deslocamento abomasal que receberam ou não a transfaunação no pós-operatório (Rager et al. 2004).

As seguintes vantagens podem ser atribuídas à transfaunação e não devem ser desconsideradas. O suco ruminal de animais saudáveis contém ácidos graxos voláteis, bicarbonato, proteínas e microorganismos intactos, além de possíveis outros componentes não identificados, que são diretamente transferidos para o interior do rúmen do animal enfermo (De Peters & George 2014). Há evidências que os nutrientes presentes no suco ruminal transferido podem beneficiar o crescimento de bactérias, protozoários e fungos restabelecendo a população microbiana normal do órgão do animal enfermo (Russel & Hespell 1981, Miura et al. 1983, Krause et al. 2013). Além disso, o preenchimento do rúmen e retículo pode estimular os receptores de tensão de baixo limiar da parede ruminal e provocar melhora na motilidade reticuloruminal (Forbes & Barrio 1992, Smith 2015).

O volume de suco ruminal a ser transferido e a frequência de administrações são variáveis nos diferentes relatos e não há um protocolo estabelecido. A transferência de um a dois litros de suco ruminal é, geralmente, indicada para o tratamento de caprinos ou ovinos, com administrações únicas (Braun, Rihs & Schefer 1992, Vieira et al. 2006, Lira et al. 2013, De Peters & George 2014) ou, eventualmente, repetidas (Braun, Rihs & Schefer 1992); e o doador pode ser da espécie bovina devido à facilidade de obtenção de volumes maiores de suco ruminal (Braun, Rihs & Schefer 1992, Pugh 2004, De Peters & George 2014). É importante reforçar que a sobrevivência da microbiota presente no suco ruminal transferido depende, principalmente, das condições existentes no ambiente ruminal do indivíduo enfermo receptor (Kezar & Church, 1989, De Peters & George 2014). No presente estudo, as lavagens ruminais, que antecederam a transfaunação, promoveram a remoção do ácido láctico acumulado e a correção do pH do suco ruminal, garantindo ambiente favorável para o crescimento microbiano e condições adequadas para o melhor resultado da transfaunação. Nenhum desses aspectos técnicos pode ser apontado, portanto, como responsável pela ausência de vantagem terapêutica observada para a transfaunação nas cabras e nas ovelhas estudadas.

Contudo, a prática da transfaunação não deve ser desencorajada, principalmente, se ela for de fácil execução, com animais fistulados próximos ao animal doente ou presença de material que facilite a coleta de grande quantidade de suco ruminal via sonda esofágica. Pelo contrário, nessas condições ela deve ser realizada. Contudo, se a obtenção do suco ruminal para ser transferido for difícil, essa prática não é absolutamente imprescindível para a recuperação do animal acometido pela ALRA.

Deve-se salientar, por fim, que, nas condições do presente estudo, o tratamento da ALRA induzida foi realizado em momento inicial da evolução da doença. É incerto afirmar que a transfaunação seja um procedimento terapêutico complementar dispensável quando o tratamento for instituído após período mais prolongado da evolução da doença. Novos estudos devem ser realizados para elucidar a importância da transfaunação em enfermidades fermentativas com evolução crônica.

CONCLUSÃO

Com base nos critérios clínicos pode-se concluir que todos os animais estudados retornaram à condição de saúde em três dias após o tratamento, independente de terem recebido a transfaunação. A transferência de suco ruminal de um animal sadio acelerou a recuperação da população de protozoários no rúmen dos animais doentes e o retorno das características físicas do suco ruminal. Nas condições deste estudo, a transfaunação não se comprovou uma medida de importância crítica para o sucesso do tratamento de caprinos e ovinos acometidos por ALRA.

REFERÊNCIAS

- Afonso J.A.B., Kuchembuck M.R.G., Feltrin L.P.Z., Laposy C.B., Kohayagawa A., Mendonça C.L. & Takahira R.K. 2005. Avaliação do uso da monensina sódica na prevenção da acido láctica ruminal experimental em ovinos. *Veterinária Notícias*. 11(1):35-43.
- Afonso, J.A.B., Ciarlini, P.C., Kuchembuck, M.R.G., Kohayagawa, A., Feltrin, L.P.Z., Ciarlini, L.D.R.P., Laposy, C.B., Mendonça, C.L. & Takahira, R.K. 2002a. Metabolismo oxidativo dos neutrófilos de ovinos tratados com a monensina sódica e experimentalmente submetidos à acedose ruminal. *Pesquisa Veterinária Brasileira*. 22(4):129-134.
- Afonso, J.A.B., Kuchembuck, .R.G., Feltrin, L.P.Z., Laposy, C.B., Kohayagawa, A., Mendonça, C.L. & Takahira, R.K. 2002b. Efeito da Monensina sódica sobre as características do suco ruminal na acedose láctica experimental em ovinos. *Revista Brasileira de Medicina Veterinária*. 24(5):203-210.
- Basak, D.N., Span, S. & Chakrabarti, A. 1993. Physicochemical and microbial changes in rumen liquor of experimentally induced lactic acidosis in goats. *Indian Journal Animal Science*. 63(3):263-267.
- Bird, S.H. & Leng, R.A. 1978. The effects of defaunation of the rumen on the growth rates of cattle on low protein high energy diets. *British Journal of Nutrition*. 40(1):163-167.
- Brag, S. & Hansen, H.J. 1994. Treatment of ruminal indigestion according to popular belief in Sweden. *Scientific and Technical Review of the Office International des Epizooties*. 13(2):529-535.
- Braun U., Rihs T. & Schefer U. 1992. Ruminal lactic acidosis in sheep and goats. *The Veterinary Record*. 130(16):343-349.
- Cao G.R., English P.B., Filippich, L.J. & Inglis S. 1987. Experimentally induced lactic acidosis in the goat. *Australian Veterinary Journal*. 64(12):367-370.
- Carvalho, F.A.N.; Barbosa, F.A. & McDowell, L.R. 2005. *Nutrição de Bovinos a Pasto*. 2ª ed. Gradual Editora Gráfica, Belo Horizonte. 428p.
- Cunningham, J.G. 2004. Digestão: os processos fermentativos, p.288-311. In: *ibid.* (Ed.), *Tratado de Fisiologia Veterinária*. 3ª ed. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro.
- DePeters, E.J. & George, L.W. 2014. Rumen transfaunation. *Immunology Letters*. 162(2):69-76.
- Dirksen, G., Gründer, H.D., Stöber, M. 1993. *Rosenberger: Exame Clínico dos Bovinos*. 3ª ed. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro. 420p.
- Dougherty, R.W., Riley, J.L. & Cook, H.M. 1975. Changes in motility and pH in the digestive tract of experimentally overfed sheep. *American Journal of Veterinary Research*. 36(6):827-829.
- Forbes, J.M. & Barrio, J.P. 1992. Abdominal chemo and mechanosensitivity in ruminants and its role in the control of food intake. *Experimental Physiology*. 77(1):27-50.
- Huber, T.L. 1976. Physiological effects of acidosis on feedlot cattle. *Journal of Animal Science*. 43(4):902-909.
- Hungate, R.E. 1966. *The Rumen and its microbes*. Academic Press, New York. 533p.
- Jasmin, B.H., Boston, R.C., Modesto, R.B. & Schaer, T.P. 2011. Perioperative ruminal pH changes in domestic sheep (*Ovis aries*) housed in a biomedical research setting. *Journal of the American Association for Laboratory Animal Science*. 50(1):27-32.
- Junqueira, J.R.C., Balarin, M.R.S., Flaiban, K.K.M.C., Barbosa, D.S.; Lisbôa, J.A.N. 2015. Efeito alcalinizante de soluções eletrolíticas intravenosas com concentrações elevadas de lactato de sódio infundidas em bezerros sadios. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*. 67(1):15-24.
- Kezar W.W. & Church D.C. 1979. Ruminal changes during the onset and recovery of induced lactic acidosis in sheep. *Journal of Animal Science*. 49(5):1161-1167.
- Krause, D.O., Nagajara, T.G., Wright, A.D.G. & Callaway, T.R. 2013. Board-invited review: rumen microbiology: leading the way in microbial ecology. *Journal of Animal Science*. 91(1):331-341.

- Leal M.L.R., Maruta C.A. & Ortolani E.L. 2007. Uso de bicarbonato e L-lactato para correção da acidose metabólica sistêmica em bovinos com acidose láctica ruminal aguda. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*. 59(4):971-976.
- Leng, R.A. 1982. Dynamics of protozoa in the rumen of sheep. *British Journal of Nutrition*. 48(2):399-415.
- Lira, M.A.A., Simões, S.V.D., Riet-Correa, F., Pessoa, C.M.R., Dantas, A.F.M. & Miranda Neto, E.G. 2013. Doenças do sistema digestório de caprinos e ovinos no semiárido do Brasil. *Pesquisa Veterinária Brasileira*. 33(2):193-198.
- Lucci, C.D.S. 1997. *Nutrição e Manejo de Bovinos Leiteiros*. Manole, São Paulo. 169p.
- Maruta C.A. & Ortolani E.L. 2002. Susceptibilidade de bovino das raças Jersey e Gir à acidose láctica ruminal: I- variáveis ruminais e fecais. *Ciência Rural*. 32(1):55-59.
- Miranda Neto, E.G., Afonso, J.A.B., Mendonça, C.L. & Almeida, M.Z.P.R.B. 2005. Estudo clínico e características do suco ruminal de caprinos com acidose láctica induzida experimentalmente. *Pesquisa Veterinária Brasileira*. 25(2):73-78.
- Miranda Neto, E.G., Silva, S.T.G., Mendonça, C.L., Drummond, A.R.F. & Afonso, J.A.B. 2011. Aspectos clínicos e a bioquímica ruminal de caprinos submetidos à acidose láctica experimental e suplementados ou não com monensina sódica. *Pesquisa Veterinária Brasileira*. 31(5):416-424.
- Miura, H., Horiguchi, M., Ogimoto, K. & Matsumoto, T. 1983. Nutrition interdependence among rumen bacteria during cellulose digestion in vitro. *Applied and Environmental Microbiology*. 45(2):726-729.
- Ortolani, E.L., Maruta, C.A. & Minervino, A.H.H. 2010. Aspectos clínicos da indução experimental de acidose láctica ruminal em zebuínos e taurinos. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*. 47(4):253-261.
- Owens, F.N, Secrist, D.S., Hill, W.J. & Gill, D.R. 1998. Acidosis in cattle: review. *Journal of Animal Science*. 76(1):275-286.
- Pugh D.G. 2004. *Enfermidades do Sistema Gastrointestinal*, p.77-118. In: *ibid.* (Ed), *Clínica de ovinos e caprinos*. 1ª ed. Editora Roca, São Paulo.
- Radostits O.M., Gay C.C., Hinchcliff K.W., Constable, P.D. 2007. Diseases of the alimentary tract – II, p.293-382. In: *ibid* (Eds) *Veterinary Medicine: A textbook of the diseases of cattle, horses, sheep, pigs and goats*. 10ª ed. Saunders Elsevier, Philadelphia.
- Rager, K.D., George, L.W., House, J.K. & DePeters, E.J. 2004. Evaluation of rumen transfaunation after surgical correction of left-sided displacement of the abomasum in cows. *Journal of American Veterinary Medical Association*. 225(6):915-920.
- Randhawa, S.S., Ahuja, A.K. & Rathor, S.S. 1989. Effect of lactic acidosis on microbial and biochemical changes in rumen liquor of buffalo calves. *Indian Journal of Veterinary Medicine*. 9(1):1-7.
- Russell, J.B. & Hespell, R.B. 1981. Microbial Rumen Fermentation. *Journal of Dairy Science*. 64(6):1153-1169.
- Smith, B.P. 2015. Indigestion in Ruminants, p.777-799. In: *ibid.* (Ed.), *Large Animal Internal Medicine*. 5ª ed. Elsevier Mosby, St. Louis.
- Tankersley, N.S., DePeters, E.J., Graham, T.W. 2007. Case study: Effects of water, fresh cow Y MCP Plus, and rumen fluid transfaunate supplementation following calving on milk yield, reproductive efficiency, and incidence of common health disorders in Holstein cows. *The Professional Animal Scientist*. 23(5):513-520.
- Vieira, A.C.S., Afonso, J.A.B., Mendonça, C.L., Cotas, N.A. & Souza, M.I. 2006. Estudo retrospectivo da acidose láctica em caprinos e ovinos atendidos na Clínica de bovinos, Campus Garunhuns/UFPRE. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*. 1(1):97-101.

Quadros

Quadro 1. Características do suco ruminal de cabras portadoras de acidose láctica ruminal aguda induzida com sacarose que receberam transfaunação ou não durante o tratamento. Resultados em diferentes momentos: antes da indução (0 hora), antes do tratamento (16 horas), 1 dia (40 horas), 2 dias (64 horas) e 3 dias (88 horas) após o tratamento

	0 hora	16 horas	40 horas	64 horas	88 horas
Emprego da transfaunação					
Cor	Verde oliva	Castanho	Castanho oliva	Verde oliva	Verde oliva
Odor	Aromático	Ácido	Indiferente	Aromático	Aromático
Consistência	Ligeiramente viscoso	Aquoso	Aquoso	Ligeiramente viscoso	Ligeiramente viscoso
pH	6,99 ^a ± 0,32	4,27 ^c ± 0,30	6,88 ^a ± 0,40	6,88 ^{ab} ± 0,18	6,67 ^b ± 0,22
TAS (min)	3,78 ^b ± 0,96	7,86 ^a ± 2,78	3,9 ^b ± 2,16	3,86 ^b ± 1,38	4,14 ^b ± 0,89
TRAM (min)	2,85 ^d ± 1,36	> 20 ^a	8,3 ^b ± 3,52	6,13 ^c ± 1,76	4,07 ^{cd} ± 1,37
Protozoários					
grandes	+++	-	-	+	+
médios	+++	-	+	++	++
pequenos	+++	-	++	++	++
atividade	Ativos	Inativos	Ativos	Ativos	Ativos
Bactérias					
gram + (%)	36 ± 7	77 ± 9	56 ± 13	49 ± 5	38 ± 8
gram - (%)	64 ± 7	23 ± 9	44 ± 13	51 ± 5	62 ± 8
Ausência da transfaunação					
Cor	Verde oliva	Castanho	Verde claro	Verde claro	Verde oliva
Odor	Aromático	Ácido	Indiferente	Indiferente	Aromático
Consistência	ligeiramente viscoso	Aquoso	Aquoso	Aquoso	Ligeiramente viscoso
pH	7,05 ^a ± 0,19	4,12 ^c ± 0,13	7,26 ^a ± 0,59	6,86 ^{ab} ± 0,34	6,46 ^b ± 0,20
TAS (min)	4,16 ^b ± 0,37	9,48 ^a ± 1,00	6,33 ^b ± 2,10	4,93 ^b ± 1,65	4,75 ^b ± 0,95
TRAM (min)	3,31 ^d ± 0,77	> 20 ^a	13,06 ^b ± 5,50	8,13 ^c ± 2,52	7,04 ^{cd} ± 1,44
Protozoários					
grandes	+++	-	-	-	-
médios	+++	-	-	-	+
pequenos	+++	-	-	+	+
atividade	Ativos	Inativos	Inativos	Ativos	Ativos
Bactérias					
gram + (%)	38 ± 4	77 ± 6	62 ± 7	48 ± 16	38 ± 12
gram - (%)	62 ± 4	23 ± 6	38 ± 7	52 ± 16	62 ± 12

a, b, c, d letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa (p<0,05)

Quadro 2. Características do suco ruminal de ovelhas portadoras de acidose láctica ruminal aguda induzida com sacarose que receberam transfaunação ou não durante o tratamento. Resultados em diferentes momentos: antes da indução (0 hora), antes do tratamento (16 horas), 1 dia (40 horas), 2 dias (64 horas) e 3 dias (88 horas) após o tratamento.

	0 hora	16 horas	40 horas	64 horas	88 horas
Emprego da transfaunação					
Cor	Verde oliva	Castanho	Castanho	Verde oliva	Verde oliva
Odor	Aromático	Ácido	Aromático	Aromático	Aromático
Consistência	Ligeiramente viscoso	Aquoso	Aquoso	Ligeiramente viscoso	Ligeiramente viscoso
pH	7,14 ± 0,17 ^a	4,32 ± 0,08 ^d	5,84 ± 0,91 ^c	6,25 ± 0,31 ^{bc}	6,52 ± 0,48 ^{ab}
TAS (min)	8,25 ± 2,86 ^a	7,66 ± 3,38 ^{ab}	5,45 ± 2,14 ^b	6,9 ± 2,21 ^{ab}	9,09 ± 2,92 ^a
TRAM (min)	3,3 ± 0,71 ^c	> 20 ^a	10,50 ± 5,66 ^b	4,84 ± 1,58 ^c	4,08 ± 1,54 ^c
Protozoários					
grandes	+++	-	+	++	+++
Médios	+++	-	++	++	++
Pequenos	+++	-	+++	++	++
Atividade	Ativos	Inativos	Ativos	Ativos	Ativos
Bactérias					
gram + (%)	16 ± 14	86 ± 19	41 ± 20	25 ± 17	25 ± 13
gram - (%)	83 ± 14	13 ± 19	58 ± 20	74 ± 17	75 ± 13
Ausência da transfaunação					
Cor	Verde oliva	Castanho	Castanho	Castanho	Verde oliva
Odor	Aromático	Ácido	Indiferente	Indiferente	Aromático
Consistência	Ligeiramente viscoso	Aquoso	Aquoso	Aquoso	Ligeiramente viscoso
pH	7,08 ± 0,28 ^a	4,36 ± 0,14 ^c	6,29 ± 0,87 ^b	6,68 ± 0,55 ^{ab}	6,19 ± 0,29 ^b
TAS (min)	9,21 ± 4,10 ^a	7,38 ± 2,19 ^{ab}	4,40 ± 1,95 ^b	4,56 ± 1,32 ^b	8,53 ± 4,69 ^a
TRAM (min)	4,36 ± 0,95 ^c	> 20 ^a	7,54 ± 1,26 ^b	5,69 ± 2,41 ^c	4,91 ± 1,52 ^c
Protozoários					
grandes	+++	-	-	-	-
Médios	+++	-	-	-	-
Pequenos	+++	-	-	+	+
Atividade	Ativos	Inativos	Inativos	Inativos	Ativos
Bactérias					
gram + (%)	25 ± 10	94 ± 3	56 ± 17	35 ± 13	20 ± 11
gram - (%)	74 ± 10	5 ± 3	43 ± 17	65 ± 13	80 ± 11

a, b, c, d letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa (p<0,05)

Figuras

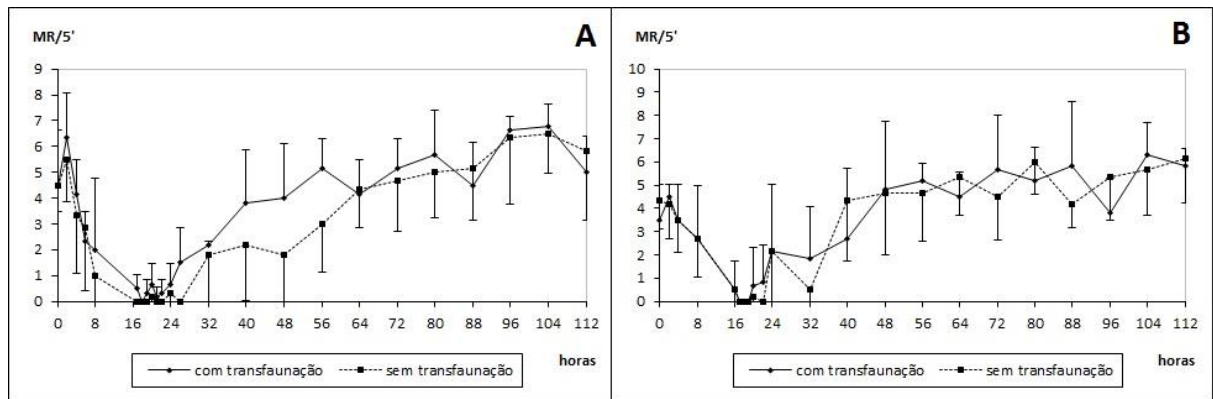


Figura 1. Variação do número de movimentos ruminais em 5 minutos em cabras (figura A) e ovelhas (figura B) portadoras de acidose láctica ruminal aguda induzida com sacarose (0 hora), tratadas (16 horas), com ou sem transfaunação (24 horas) e acompanhadas durante quatro dias após o tratamento.

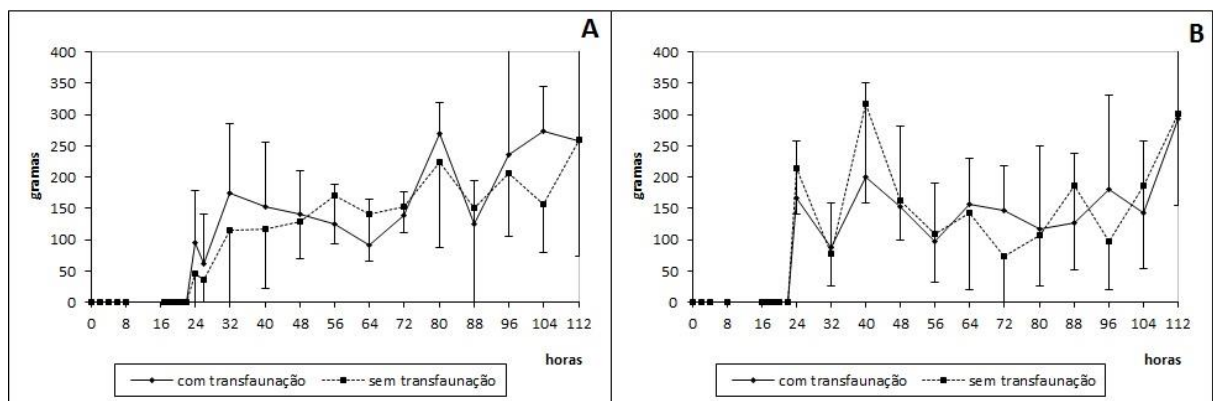


Figura 2. Ingestão voluntária de feno por cabras (figura A) e ovelhas (figura B) portadoras de acidose láctica ruminal aguda induzida com sacarose (0 hora), tratadas (16 horas), com ou sem transfaunação (24 horas) e acompanhadas durante 4 dias após o tratamento.

6 ARTIGO B

**ALCALOSE IATROGÊNICA E CORREÇÃO DE ACIDOSE METABÓLICA EM
CABRAS COM O USO DE SOLUÇÃO ELETROLÍTICA INTRAVENOSA
CONTENDO 84 mEq/L DE LACTATO**

Artigo formatado conforme as normas da revista The Veterinary Journal (Endereço eletrônico: <http://www.journals.elsevier.com/the-veterinary-journal/>)

Artigo Original

Alcalose iatrogênica e correção de acidose metabólica em cabras com o uso de solução eletrolítica intravenosa contendo 84 mEq/L de lactato.

P.F.V. Pereira^a, F.T.N.M.A. Romão^b, K.K.M.C. Flaiban^a, J.A.N. Lisboa^{a,*}

^a *Departamento de Clínicas Veterinárias, Universidade Estadual de Londrina, Rodovia Celso Garcia Cid - PR 445 Km 380, s/n, Campus Universitário, Londrina, Paraná, Brazil.*

^b *Departamento de Medicina Veterinária, Faculdade de Ensino Superior e Formação Integral de Garça, Rodovia Comandante João Ribeiro de Barros - SP Km 420, s/n, Bairro Ruaral, Garça, São Paulo, Brazil.*

* Autor para correspondência. Tel.: +55 43 33714319.
E-mail: janlisboa@uel.br (J.A.N Lisboa).

Abstract

The aim of this work was to investigate the alkalinizing potential of an intravenous electrolyte solution formulated with high concentration of sodium lactate in healthy and acidotic goats. Four solutions were formulated containing 28 and 84 mEq/L of lactate (L28 and L84) or bicarbonate (B28 and B84). The solutions were constituted by sodium, potassium and calcium in similar concentrations, and with concentrations of chloride lower than the Ringer's lactated solution. Six healthy saanen goats were used. In the first stage, the solutions were infused intravenously in each goat at a speed of 33.3 ml/kg/h, totalizing a volume equivalent to 10% of their body weight, in three hours of continuous administration. In the second stage, acute rumen lactic acidosis (ARLA) was induced (15g of sucrose/kg) in all six goats. After 16 hours, the metabolic acidosis was established and the goats were treated by infusion of L84 or B84, with a speed of 25ml/kg/h, totalizing a volume equivalent to 10% of their body weight, in four hours of continuous administration. Each goat was submitted to the induction twice, in which the second induction was made at least 30 days after the complete clinical recovery from the first induction. Samples of venous blood and urine were collected at 0h, 1,5h, 3h (end of the infusion), 4,5h, 6h and 24h after the beginning of the infusion, in the first stage, and at -16h (before ARLA induction), 0h, 2h, 4h (end of the infusion), 6h, 12h and 24h after the beginning of the infusion, in the second stage. The laboratory tests consisted in determination of blood pH, pCO_2 , HCO_3^- , BE, Na^+ , K^+ , Cl^- , total plasmatic protein, L lactate, D lactate and creatinine. In the urine were determined: pH, density, Na^+ , K^+ , Cl^- , L lactate and creatinine. Groups were compared by two way repeated measures anova. The L84 solution resulted in a greater alkalinization in healthy goats and did not produce side effects. Clinical signs and ruminal fluid alterations compatible with ARLA were observed in all animals 16 hours after the induction. The metabolic acidosis due to ARLA was moderate. Both solutions (L84 and B84) were able to correct the metabolic acidosis, dehydration and

electrolytes imbalances presented without differences between them ($P<0,05$). All goats were completely recovered 3 to 4 days later. The novel electrolyte solution containing 84 mEq/L of lactate (L84) was effective in the treatment of metabolic acidosis induced by ARLA in goats, as an alternative to bicarbonate solutions.

Keywords: Acid-base balance, Ruminant acidosis, Lactate, Caprine

Introdução

A acidose metabólica é um desequilíbrio ácido base que se instala em algumas enfermidades dos ruminantes, destacando-se a acidose láctica ruminal aguda (ALRA), a diarreia, a acetonemia, a insuficiência renal e o choque hipovolêmico, endotoxêmico e septicêmico (Radostitis et al., 2007; Smith, 2015).

A correção da acidose metabólica é alcançada por meio da administração de soluções contendo substâncias alcalinizantes e o bicarbonato é o tampão considerado de eleição, por ter efeito imediato (Constable, 2003). Contudo, a administração rápida ou em grande quantidade pode levar à alcalose metabólica iatrogênica, hipernatremia, hipopotassemia e hemorragia intracraniana (Hartsfield et al., 1981). O exame hemogasométrico é fundamental para o cálculo correto da quantidade necessária de bicarbonato a ser administrada, porém, esse recurso não está disponível para muitos profissionais, principalmente os que atuam no campo.

Como alternativa, as bases metabolizáveis também podem ser utilizadas, pois exercem efeito alcalinizante. Estudos já foram conduzidos demonstrando o potencial alcalinizante do propionato, do acetato e do lactato em bovinos (Naylor e Forsyth, 1986; Kasari, 1999; Leal et al., 2007b). Esses agentes alcalinizantes são oxidados ou transformados em glicose e íons H^+ são consumidos nesses processos (Naylor e Forsyth, 1986).

No Brasil, apenas o lactato é encontrado em solução eletrolítica disponível comercialmente, no caso a solução de Ringer com lactato (SRL). Em virtude da sua baixa concentração de lactato (28mEq/L), o potencial alcalinizante da SRL é reduzido em animais sadios (Cosenza et al., 2013; Junqueira et al., 2015) e a solução não é eficaz para corrigir a acidose metabólica presente em bezerros diarreicos (Nakagawa et al., 2009) e em ovelhas com ALRA (Cosenza et al., 2015).

Soluções contendo concentrações elevadas de lactato L (150mEq/L) provaram-se eficazes para corrigir a acidose metabólica presente em bovinos (Kasari e Naylor, 1985; Leal

et al., 2007a). Uma solução eletrolítica contendo 84 mEq/L de lactato foi desenvolvida e seu efeito alcalinizante foi comprovado em ovelhas (Flaiban, 2010) e em bezerros (Junqueira et al., 2015) sadios. Essa solução já se provou eficaz para corrigir a acidose metabólica presente em ovelhas com ALRA (Flaiban et al., 2010), em bezerros diarreicos (Lisbôa et al., 2012), e em equinos com acidose hiperclorêmica (Romão et al., 2015).

Apesar dos resultados promissores, os efeitos dessa solução ainda não foram testados na espécie caprina. O objetivo do presente trabalho foi investigar o potencial alcalinizante da solução eletrolítica contendo 84 mEq/L de lactato em cabras sadias e em cabras com acidose metabólica, em decorrência da ALRA induzida.

Material e métodos

O projeto foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Estadual de Londrina, sob o protocolo CEUA/UEL 132/2012.

Soluções

Foram empregadas as soluções cristalóides poli-iônicas apresentadas na Tabela 1, tomando-se como base a composição da SRL comercial (L28) e respeitando-se a sua osmolaridade (ligeiramente hiposmolar) e o seu teor de sódio. A concentração de lactato foi triplicada (L84). As soluções com bicarbonato (B28 e B84) eram equimolares com as de lactato e foram utilizadas como padrão de comparação.

As soluções foram preparadas com água bidestilada esterilizada comercial em frascos de 1000 mL (água para injeção – Halexistar Indústria Farmacêutica). Os componentes utilizados no preparo foram: cloreto de sódio (NaCl), cloreto de potássio (KCl), cloreto de cálcio (CaCl_2), lactato de sódio e bicarbonato de sódio (NaHCO_3), todos puros para análise (Synth; Labsynth). As concentrações de lactato L foram mensuradas e corresponderam a 98%

do lactato total presente. As soluções foram preparadas pouco antes de sua administração, adicionando-se os componentes nas quantidades ou volume apropriados para cada tipo de composição prevista e homogeneizando-se finalmente. Para evitar ao máximo qualquer contaminação, cuidados de assepsia foram rigorosos e constantes durante todo preparo das soluções.

Procedimentos experimentais

Participaram do estudo seis cabras adultas da raça Saanen clinicamente sadias, não gestantes e não lactantes. As cabras foram mantidas em baias e alimentadas com feno de coast-cross (*Cynodon dactylon*) à vontade, ração comercial (Ração Cocari caprinos adultos; Cocari) (300 g divididos em duas vezes ao dia), sal mineral (Sal Rural Maringá; SRM) e água à vontade.

Na primeira etapa do experimento, as cabras pesavam $32,5 \pm 3,5$ kg, e adotou-se o delineamento *cross-over*, no qual todas as seis cabras receberam as quatro soluções estudadas, uma a cada vez, com um intervalo de 4 a 5 dias entre as infusões. A ordem de administração das soluções em cada cabra foi estabelecida mediante sorteio. As soluções foram infundidas por via intravenosa e a veia jugular esquerda foi mantida cateterizada (BD Angiocath® 18G; Becton Dickson Insústrias Cirúrgicas Ltda.) para esse fim. O volume administrado correspondeu a 10% do peso corporal e a velocidade da infusão foi de 33,3mL/kg/h, totalizando 3 horas de administração contínua.

Amostras de sangue venoso e de urina foram coletadas imediatamente antes de iniciar a infusão e após o início: às 1,5h (metade do volume), às 3h (término da infusão), às 4,5h, às 6h e às 24h (somente sangue). As amostras de sangue foram coletadas por punção da veia jugular direita. Frascos a vácuo contendo fluoreto de sódio foram utilizados e o plasma fluoretado foi obtido por centrifugação (10000 rpm durante 5 minutos) realizada em, no máximo, dez minutos após a colheita. O plasma foi conservado por congelamento (20°C

negativos) até o momento das análises. Para a hemogasometria, a colheita obedeceu a condição de anaerobiose e empregaram-se seringas plásticas de 3mL contendo cerca de 0,08 mL (400 UI) de heparina sódica (Hemofol; Cristália) como anticoagulante. As amostras foram processadas imediatamente após a colheita. As amostras de urina foram obtidas por micção espontânea ou induzidas pela obstrução manual das narinas e da boca.

Exames físicos (Dirksen, 1993) foram realizados a cada 90 minutos até seis horas após o início da infusão e 24 horas depois. Os animais foram observados quanto à ocorrência de alterações de comportamento ou qualquer outra manifestação durante o período experimental.

Na segunda etapa do experimento, as cabras pesavam $41,2 \pm 5,6$ kg, e quadros de ALRA foram induzidos. Adotou-se o protocolo de indução descrito por Kezar e Church (1979), que consiste na administração intrarruminal, por meio de sondagem esofageana, de 15g de sacarose (Açúcar Cristal Estrela; LDC Bioenergia S.A.) por quilo de peso corporal, diluídos em água aquecida (39°C) após um jejum sólido de 18 horas, com acesso livre à água.

Os procedimentos terapêuticos foram iniciados 16 horas após a indução e consistiram nas lavagens ruminais para a retirada do conteúdo acidificado e na infusão intravenosa da solução eletrolítica alcalinizante para corrigir os desequilíbrios eletrolíticos e ácido base. A lavagem ruminal foi realizada por meio de sondagem esofageana em dois momentos: antes do início da infusão intravenosa com solução eletrolítica (hora 0) e duas horas após seu término (hora 6). A lavagem consistiu na administração de 4L de água morna para o interior do rúmen seguida pela remoção do maior volume possível do suco ruminal diluído, por meio de sifonamento, auxiliado pela compressão manual externa do abdômen. Esse procedimento foi repetido quatro vezes na primeira lavagem, totalizando 16L, e três vezes na segunda lavagem, totalizando 12L.

Obedecendo ao delineamento experimental *cross-over*, cada cabra foi submetida à indução de ALRA duas vezes. Numa das vezes foi tratada com a solução L84, e na outra com

a solução B84. A ordem das soluções foi sorteada. A segunda indução de ALRA foi realizada, no mínimo, 30 dias após a recuperação completa do primeiro quadro. A administração intravenosa foi semelhante à descrita anteriormente para as cabras sadias totalizando o volume correspondente a 10% do peso corporal, porém, com velocidade menor (25mL/kg/h), em 4 horas de administração contínua.

Exames físicos foram realizados a cada 8 horas desde o momento da indução da ALRA (hora -16) até o terceiro dia após o tratamento, avaliando-se temperatura corporal, frequências cardíaca e respiratória, frequência dos movimentos ruminais, tempo de preenchimento capilar, coloração de mucosas, postura, apetite, presença de enoftalmia, estado de hidratação, consistência das fezes e apetite.

As amostras de sangue e de urina foram colhidas e processadas de maneira idêntica às descritas na primeira etapa do experimento, nos seguintes momentos: -16h (antes da indução), 0h (início da infusão), 2h (meio da infusão), 4h (término da infusão), 6h, 12h e 24h após o início da infusão. Adicionalmente, amostras de suco ruminal foram colhidas antes da administração de sacarose (-16h), no início do tratamento (0h) e nos três primeiros dias após o tratamento (24h, 48h e 72h), por meio de sondagem esofágica com auxílio de sucção.

Procedimentos laboratoriais

As determinações sanguíneas de pH, pressão parcial de dióxido de carbono ($p\text{CO}_2$), bicarbonato (HCO_3^-), excesso de bases (BE), sódio (Na^+), cloreto (Cl^-) e potássio (K^+) foram realizadas em analisador de gases sanguíneos (Omni C; Roche). As concentrações plasmáticas de proteína total foram mensuradas por refratometria no plasma fresco. No plasma mantido congelado mensuraram-se as concentrações de creatinina pelo método enzimático (Dimension; Siemens); de lactato L pelo método colorimétrico (Dimension; Siemens); e de

lactato D por método colorimétrico (D-Lactate Assay Kit; Biovision) com leitura em leitor de microplacas (iMark; BIO-RAD).

Nas amostras frescas de urina determinaram-se o pH com potenciômetro eletrônico (PG1800; Gehaka) e a densidade, por refratometria. Nas amostras mantidas congeladas determinaram-se as concentrações de creatinina pelo método enzimático (Dimension; Siemens); de lactato L por colorimetria (Dimension; Siemens); e de Na^+ , de K^+ e de Cl^- pelo método de eletrodo íon seletivo (Dimension; Siemens).

As análises de suco ruminal foram realizadas logo após a colheita, empregando-se os métodos tradicionais (Dirksen, 1993). Consistiram na mensuração do pH com potenciômetro eletrônico (PG1800; Gehaka), na avaliação da cor, odor e consistência e na mensuração do tempo de redução do azul de metileno (TRAM). Os protozoários foram avaliados quanto à densidade, motilidade e tamanho. A proporção (%) entre bactérias Gram positivas e Gram negativas foi avaliada em esfregaço do suco ruminal corado com a coloração de Gram. As concentrações de lactato L e de lactato D (no sobrenadante do suco ruminal mantido congelado a 20°C negativos) foram mensuradas como no plasma.

As seguintes variáveis foram calculadas, empregando-se as fórmulas correspondentes:

- Diferença de íons fortes – *Strong Ion Difference* (SID_3) (Constable, 1997):

$$\text{SID}_3 = (\text{Na}^+ + \text{K}^+) - (\text{Cl}^-)$$

- Hiato Aniônico – *Anion Gap* (AG) (Constable, 1999):

$$\text{AG} = (\text{Na}^+ + \text{K}^+) - (\text{Cl}^- + \text{HCO}_3^-)$$

- *Strong Ion Gap* (SIG) (Constable, 1999):

$$\text{SIG} = [\text{PPT}] \times (0,343 / \{1 + 10^{7,08 - \text{pH}}\}) - \text{AG}$$

- Concentração total de ácidos fracos não voláteis (A_{tot}) (Constable, 2002):

$$\text{A}_{\text{tot}} = \text{PPT} (\text{g/dL}) \times 3,6$$

- Variação percentual do volume plasmático (%VP) (Carlson e Bruss, 2008):

$$\%VP = [(PTP^1/PTP^2) - 1] \times 100$$

- Excreções fracionadas urinárias de eletrólitos e lactato L (Garry et al., 1990):

$$EFa = (\text{concentração urinária de } a \times \text{creatinina plasmática} / \text{concentração plasmática de } a \times \text{creatinina urinária}) \times 100$$

Onde a é a substância excretada.

Métodos estatísticos

Tanto nas cabras sadias quanto nas acidóticas, a análise de variância de medidas repetidas bifatorial foi empregada para testar os efeitos do tempo (durante e após a infusão das soluções) e do tipo de solução administrada, e para verificar a existência de interação entre os dois fatores (tempo e tipo de solução). Quando a estatística F resultou significativa, o teste de Tukey foi empregado. Foi admitida a probabilidade de erro de 5%. O programa *SigmaStat for Windows* 3.1 foi utilizado para a análise estatística.

Resultados

Primeira etapa

A solução L28, equivalente à SRL, não afetou os valores de pH, pCO_2 , K^+ , Cl^- e SID_3 ($P > 0,05$), mas provocou elevações discretas de HCO_3^- ($P < 0,001$), BE ($P < 0,001$) e Na^+ ($P < 0,001$) ao final da infusão (Figuras 1 e 2). A solução L84, por outro lado, produziu elevações intensas de pH, HCO_3^- e BE ($P < 0,001$) ao final da infusão e a pCO_2 não se modificou (Figura 1). As concentrações de Na^+ aumentaram ($P < 0,001$) e as de K^+ ($P < 0,001$) e de Cl^- ($P = 0,02$) diminuíram, causando elevação da SID_3 ($P = 0,003$) e hipopotassemia, que se estendeu da metade da infusão até 1,5 hora após o término (hora 4,5) (Figura 2). Essas variações foram transitórias, com retorno aos valores basais até a hora 6 para o Na^+ , o Cl^- e a

SID₃, ou no dia seguinte (hora 24), para as demais variáveis. As modificações ácido básicas e eletrolíticas provocadas pelas soluções L28 e L84 foram equivalentes ($P>0,05$) às produzidas pelas soluções B28 e B84, respectivamente.

A concentração plasmática de lactato L diminuiu com a infusão das soluções L28, B28 e B84 ($P<0,001$). A administração da solução L84, ao contrário, provocou elevação na concentração de lactato L durante a infusão ($P<0,001$), o que se reverteu uma hora e meia (hora 4,5) após o final da mesma (Figura 3). Durante a infusão, as concentrações foram menores ($P<0,001$) com as soluções B28 e B84, quando comparadas às soluções que continham lactato. A EF de lactato L se elevou discretamente ($P<0,001$) após o final da infusão (horas 4,5 e 6), independente do tipo de solução administrada ($P=0,525$).

A infusão das soluções em volume correspondente a 10% do peso corporal acarretou redução nos valores de PPT ($P<0,001$), A_{tot} ($P<0,001$) e AG ($P=0,008$) e aumento da %VP ($P<0,001$) (Figura 4). Esses efeitos ocorreram sem distinção entre as soluções ($P>0,05$) e foram transitórios, observados a partir da metade da infusão, com retorno aos valores originais três horas após o término (hora 6).

A frequência de micções aumentou durante a infusão. A urina apresentou densidade menor ($P<0,001$) a partir da metade da infusão e os valores basais foram recuperados três horas após o término (hora 6) (dados não apresentados). O pH da urina não variou ao longo do tempo ($P=0,059$), porém, na hora 4,5, a solução L84 provocou valores mais elevados do que a L28 ($P=0,014$) (Figura 5). As EF de Na⁺ e de Cl⁻ aumentaram ($P<0,001$) após o fim da infusão e a EF de K⁺ diminuiu durante a infusão ($P<0,001$) de todas as soluções estudadas. Com exceção do pH, as variáveis estudadas na urina não sofreram efeito do tipo de solução administrada ($P>0,05$).

Durante o período de acompanhamento experimental as cabras mantiveram-se alertas e com apetite. Nenhum efeito colateral aparente foi observado durante e após as infusões das

soluções. Os valores de temperatura corporal, frequência cardíaca, frequência respiratória e frequência dos movimentos ruminais não se modificaram durante ou após as infusões das soluções ($P>0,05$) e nem devido ao tipo de solução infundida ($P>0,05$) (dados não apresentados).

Segunda etapa

O protocolo experimental utilizado foi eficaz para induzir a ALRA. As cabras exibiram apatia, taquicardia, atonia ruminal, distensão abdominal, diarreia e desidratação leve a moderada. O pH do suco ruminal se reduziu de $6,94\pm0,26$ e $7,10\pm0,24$, antes da indução, para $4,21\pm0,33$ e $4,18\pm0,11$ 16 horas após, quando as cabras receberam L84 e B84, respectivamente. A concentração de ácido láctico L no suco ruminal se elevou marcadamente comparando-se os momentos antes da indução (hora -16; L84: $0,11\pm0,09$ mmol/L e B84: $0,05\pm0,05$ mmol/L) e antes do tratamento (hora 0; L84: $54,15\pm7,72$ mmol/L e B84: $44,24\pm8,10$ mmol/L). O mesmo comportamento foi observado para a concentração de ácido láctico D antes (hora -16; L84: $0,12\pm0,09$ mmol/L e B84: $0,17\pm0,10$ mmol/L) e depois da indução (hora 0; L84: $14,34\pm2,17$ mmol/L e B84: $11,64\pm3,50$ mmol/L). O suco ruminal tornou-se castanho, com odor ácido e consistência aquosa; o TRAM elevou-se para além de 30 minutos; os infusórios desapareceram e as bactérias Gram positivas tornaram-se predominantes.

Com a ALRA instalada (hora 0), as cabras passaram a apresentar valores de pH sanguíneo, $p\text{CO}_2$, HCO_3^- , BE, SIG, %VP e de pH urinário menores do que os originais (hora -16), e valores de Cl^- , AG, lactato L no plasma, lactato D no plasma, PPT e de A_{tot} maiores do que os originais (Tabelas 2 e 3). Esses desequilíbrios tiveram a mesma magnitude ($P>0,05$) em ambas as vezes em que a doença foi induzida.

A administração da solução L84 em volume correspondente a 10% do peso corporal promoveu a correção dos desvios do pH ($P<0,001$), HCO_3^- ($P<0,001$), BE ($P<0,001$), AG

($P<0,001$) e SIG ($P<0,001$), a partir da metade da infusão (Tabela 2). Quanto aos eletrólitos, provocou variação discreta na concentração de Na^+ ($P<0,001$), diminuição nas concentrações de K^+ ($P<0,001$) e de Cl^- ($P<0,001$) e aumento discreto na SID_3 ($P=0,002$). Provocou a redução da PPT ($P<0,001$) e do A_{tot} ($P<0,001$) e a elevação da %VP ($P<0,001$) e esses efeitos perduraram até a hora 12. Dentre as variáveis estudadas na urina, corrigiu a redução do pH ($P<0,001$), não interferiu com a densidade ($P=0,06$), aumentou, transitoriamente, a EF de Na^+ ($P<0,001$) e de Cl^- ($P<0,001$) e diminuiu, tardiamente, a EF de K^+ ($P<0,001$) (Tabela 3). Os mesmos efeitos provocados pela solução L84 foram observados quando as cabras receberam a infusão da solução B84 ($P>0,05$).

A concentração plasmática de lactato L não se modificou com a infusão da solução B84 e os valores elevados pela ALRA induzida se reverteram na hora 12 (Tabela 2). A administração da solução L84, por outro lado, provocou elevação adicional da lactatemia ($P<0,001$), e, ao final da infusão, a concentração nas cabras que receberam esta solução foi, em média, 3,6 vezes maior do que a das cabras que receberam a solução B84 ($P<0,001$). O efeito foi transitório e os valores originais também foram recuperados oito horas após o término da infusão (hora 12). A EF de lactato L não foi modificada pela doença induzida e nem pela administração das soluções ($P=0,106$) (Tabela 3). A concentração plasmática de lactato D, aumentada com a ALRA, retornou aos valores originais a partir da hora 12 e não foi influenciada pelas soluções infundidas ($P=0,981$).

Após o tratamento realizado, todos os animais mantiveram-se hidratados e recuperaram a saúde. A partir do dia seguinte ao tratamento, todas as cabras permaneceram alertas. O apetite retornou gradativamente e a atividade motora ruminal se restabeleceu no terceiro dia após o tratamento. O mesmo padrão de recuperação foi observado em ambas as vezes em que a doença foi induzida, independente do tipo de solução administrada. Nenhum efeito colateral aparente foi observado durante e após a infusão das soluções.

Discussão

A solução L28 não interferiu nos equilíbrios eletrolítico e ácido base das cabras sadias quando administrada em volume correspondente a 10% do peso corporal. Resultados semelhantes foram observados em ovelhas, bezerros e equinos sadios (Cosenza et al., 2013; Junqueira et al., 2015). Estes resultados contrariam o conceito de que a SRL possui capacidade alcalinizante, contestando a sua indicação para o tratamento da acidose metabólica (Smith e Berchtold, 2014). A SRL não foi capaz de corrigir a acidose metabólica de bezerros com diarreia (Nakagawa et al., 2009) e de ovelhas com ALRA (Cosenza et al., 2015). Como a SRL é balanceada, ou seja, possui composição eletrolítica parecida com a do plasma, é esperado que não provoque alterações eletrolíticas e ácido base iatrogênicas (Cosenza et al., 2013; Junqueira et al., 2015), o que também foi observado no presente trabalho.

A capacidade alcalinizante da SRL é reduzida devido à baixa concentração de lactato (28 mEq/L) em sua composição. A metabolização do lactato ocorre em diferentes tecidos do organismo, destacando-se o fígado (Kasari, 1999). Três vias metabólicas estão envolvidas: a gliconeogênica, a oxidativa e a transformação direta em íons bicarbonato (HCO_3^-), sendo que, nas duas primeiras, a alcalinização ocorre devido ao consumo de H^+ (Kasari, 1999; Constable, 2003).

O aumento da capacidade alcalinizante pôde ser alcançado ao se triplicar a concentração de lactato presente na SRL, o que define a composição e característica da solução L84 estudada. Os efeitos alcalinizantes dessa solução já foram comprovados, anteriormente, em estudos semelhantes ao presente trabalho conduzidos em ovelhas sadias (Flaiban, 2010) e em bezerros sadios (Junqueira et al., 2015). Nesses estudos, a solução L84 também foi administrada em volume correspondente a 10% do peso corporal, mas a velocidade de infusão foi menor (20 e 25 mL/kg/h). Outra distinção com os estudos anteriores, é que, ao contrário das ovelhas e dos bezerros que foram acompanhados por

somente 2 e 2,5 horas após o final da infusão, as cabras foram acompanhadas por período de tempo maior, o que permitiu verificar o momento em que o desequilíbrio iatrogênico foi revertido.

A solução L84 causou alcalose metabólica iatrogênica nas cabras sadias estudadas. Ao final da infusão, as elevações dos valores de HCO_3^- e de BE foram acentuadas e o pH sanguíneo chegou ao limite superior fisiológico, admitido como 7,54 (Carlson e Bruss, 2008). Apesar de a alcalemia ter sido evitada, a resposta compensatória pulmonar com hipercapnia não ficou bem caracterizada nas cabras. O tipo e a magnitude do desequilíbrio ácido base iatrogênico foram semelhantes aos observados anteriormente em ovelhas (Flaiban, 2010) e em bezerros (Junqueira et al., 2015) sadios. A ausência de hipercapnia compensatória também ocorreu nas ovelhas, ao contrário do que se observou nos bezerros. Assim como já especulado no caso das ovelhas, é possível que, nas cabras, os mecanismos de excreção renal promovam a correção rápida da alcalose e tornem a compensação respiratória minimamente necessária. De fato, a alcalose iatrogênica foi completamente corrigida no dia seguinte ao da infusão (hora 24), mas três horas após o término (hora 6), já estava amenizada.

A elevação na concentração de Na^+ e a diminuição na concentração de Cl^- , observadas no final da infusão da solução L84, ocorreram devido à sua composição, cuja concentração de Cl^- é muito menor do que a do plasma. Já a hipopotassemia, observada da metade da infusão até a hora 4,5, pode ser considerada como secundária à alcalose metabólica iatrogênica, estado em que ocorre entrada de K^+ para o meio intracelular concomitante à saída de H^+ para o meio extracelular (DiBartola, 2011). Flaiban (2010) e Junqueira et al. (2015) constataram efeitos semelhantes no equilíbrio eletrolítico de ovelhas e de bezerros sadios após a administração da solução L84. Todas as alterações eletrolíticas iatrogênicas foram transitórias e corrigidas pelos rins por meio da excreção seletiva de íons. O aumento das EFs de Na^+ e de Cl^- foi necessário para manter a homeostase, minimizando o desequilíbrio causado pela

administração de eletrólitos em excesso (Lunn e McGuirk, 1990). A diminuição na EF do K^+ durante a infusão ocorreu em resposta à hipopotassemia iatrogênica. Esse resultado é diferente do observado nos estudos com ovelhas (Flaiban, 2010), as quais apresentaram elevação na excreção de K^+ no meio da infusão, e com bezerros (Junqueira et al., 2015), que não exibiram variação.

Segundo o modelo de íons fortes simplificado (Constable, 1999), os eletrólitos do plasma determinam influência sobre o equilíbrio ácido base e sobre o pH sanguíneo, e a SID_3 plasmática é a variável representativa desse evento. Dessa forma, a administração da solução L84 provocou redução na concentração plasmática do Cl^- o que aumentou a SID_3 e gerou, consequentemente, a alcalose metabólica iatrogênica. O aumento da SID_3 no final da infusão da L84 também foi comprovado em ovelhas e bezerros saudáveis (Flaiban, 2010; Junqueira et al., 2015). A $SID_{efetiva}$ da solução L84 é equivalente à sua concentração de lactato, ou seja, 84 mEq/L. Com a metabolização do lactato, o impacto da concentração reduzida de Cl^- assume a maior importância porque o Cl^- passa a ser o único ânion infundido a exercer influência sobre a cloremia e sobre a SID_3 do plasma. A velocidade com que a hiperlactatemia iatrogênica foi revertida e a ausência de elevação da EF do lactato L reforçam as observações anteriores em ovelhas e em bezerros saudáveis que receberam a solução L84 (Flaiban, 2010; Junqueira et al., 2015) e provam que, também nas cabras, a metabolização do lactato infundido é muito rápida. Com isso, a redução da cloremia, a elevação da SID_3 plasmática e o efeito alcalinizante já se estabelecem rapidamente durante a infusão da solução L84.

Diferente do que se observou nos bezerros saudáveis (Junqueira et al., 2015), a eliminação do excesso de HCO_3^- pela urina, como mecanismo necessário para corrigir a alcalose metabólica iatrogênica (DiBartola, 2011), não foi acompanhada por aumento do pH da urina das cabras. A urina de ruminantes adultos é naturalmente alcalina, e a alcalinização adicional

não é aparente durante a correção da alcalose (Carlson e Bruss, 2008). Resultado semelhante ocorreu com as ovelhas sadias (Flaiban, 2010).

As reduções observadas para a PPT, a A_{tot} e o AG ocorreram devido à hemodiluição ocasionada pela administração das soluções em volume correspondente a 10% do peso corporal em animais sadios, não desidratados. A elevação da %VP confirma isso. A A_{tot} representa a carga negativa das proteínas plasmáticas e compreende a influência delas sobre o equilíbrio ácido base, de acordo com o modelo dos íons fortes (Constable, 2014). A hipoproteinemia, refletida na redução dos valores dessa variável, é uma das causas de alcalose metabólica (Constable, 2014). Entretanto, a diminuição da A_{tot} não deve ser considerada como causa adicional do efeito alcalinizante observado nas cabras, pois ocorreu igualmente após a administração de todas as soluções utilizadas no presente trabalho.

Na segunda etapa desse estudo, as cabras foram submetidas ao protocolo de indução de ALRA. A redução do pH do suco ruminal ocorreu pela fermentação bacteriana da sacarose, que, na dose de 15g/kg, é suficiente para diminuir o pH para 4,0 a 4,5, segundo Kezar e Church (1979), condizente com os achados deste estudo. A adaptação alimentar prévia das cabras, com ingestão de concentrado, possibilitou a adaptação da microbiota ruminal e contribuiu para que o quadro de ALRA instalado se apresentasse com grau moderado ao invés de intenso (Underwood, 1992).

Os sintomas observados são típicos da doença e similares aos já relatados em casos naturais ou induzidos em caprinos (Braun et al., 1992; Miranda Neto et al., 2005; 2011). Ao contrário do observado nos relatos citados, as cabras do presente estudo não apresentaram hipertermia. A instituição do tratamento 16 horas após a indução, ou seja, com pouco tempo de evolução, provavelmente diminuiu a absorção de endotoxinas, uma das possíveis causas para o aparecimento de hipertermia (Owens et al., 1998). As alterações observadas no suco ruminal foram semelhantes às descritas por outros autores em ovinos e caprinos com ALRA

(Kezar e Church, 1979; Braun et al., 1992; Afonso et al., 2002; Miranda Neto et al., 2005; Flaiban, 2010), assim como o tempo médio para a recuperação das funções motora e fermentativa do rúmen (Braun et al., 1992; Flaiban, 2010).

A queda do pH do suco ruminal ocorre devido à produção de grande quantidade de ácido láctico pelas bactérias amidolíticas. Kezar e Church (1979) relataram concentrações de ácido láctico total no suco ruminal variando de 64,65 a 104,92 mmol/L, 14 horas após a indução, e Flaiban (2010) observou variação de 88,41 a 95,77 mmol/L, 16 horas após a indução, utilizando o mesmo protocolo do presente trabalho. Apesar da elevação acentuada das concentrações de ácido láctico L e D no suco ruminal das cabras deste estudo, os valores somados foram menores do que os mencionados. Entretanto, Owens et al. (1998) afirmaram que concentrações ruminais de ácido láctico acima de 40 mmol/L já indicam acidose ruminal grave.

Sabe-se que as bactérias da microbiota ruminal produzem, simultaneamente, ácido láctico levógiro (lactato L) e dextrógiro (lactato D). O isômero L corresponde a 70% do ácido láctico total produzido no suco ruminal e pode ser metabolizado de maneira rápida pelo organismo animal após a sua absorção. O isômero D, correspondente a 30% do ácido láctico total produzido, é metabolizado lentamente ou excretado pelo organismo (Owens et al., 1998). Este dado concorda com os achados do presente trabalho, no qual foram observadas proporções de 80% de lactato L e de 20% de lactato D. Maruta e Ortolani (2002), no entanto, relataram proporções semelhantes dos isômeros L e D (perto de 50% para cada um) no suco ruminal de bovinos submetidos à indução de ALRA. Gentile et al. (2004) induziram ALRA em bezerros administrando leite diretamente no rúmen e também observaram proporções aproximadas de 50% para cada um dos isômeros.

A acidemia presente nas cabras, e desencadeada pela ALRA, pode ser classificada como intensa, segundo Radostitis et al. (2007). Os decréscimos observados nos valores de pH,

HCO_3^- , BE e pCO_2 são semelhantes, em magnitude, aos descritos por Flaiban et al. (2010) e por Cosenza et al. (2015) em ovelhas submetidas ao mesmo protocolo de indução da enfermidade. Essas alterações caracterizam o estado de acidose metabólica e o mecanismo de compensação respiratória que se instalam com a doença. Desequilíbrios eletrolíticos não são geralmente esperados na ALRA, e a hiperclorêmia observada nas cabras estudadas foi discreta. A desidratação moderada pode justificar o aumento nas concentrações séricas de Na^+ e de Cl^- (Roussel, 2014). A diminuição da SID_3 plasmática seria esperada nos quadros de acidose metabólica devido a três mecanismos: redução na concentração sérica de Na^+ , aumento na concentração sérica de Cl^- ou acúmulo de ácidos orgânicos (DiBartola, 2011), como o que ocorreu nas cabras estudadas com a absorção do ácido láctico gerado no interior do rúmen. Apesar da hiperlactatemia presente, a SID_3 plasmática não se modificou nas cabras.

O ácido láctico produzido no rúmen em grande quantidade é absorvido e acarreta a hiperlactatemia, causa primária da acidose metabólica nos casos da ALRA (Patra et al., 1996; Gentile et al., 2004). A concentração sanguínea média de lactato total observada em ovelhas com ALRA induzida pelo consumo de trigo foi de 4,87mmol/L, 24 horas após a indução (Patra et al., 1996). Flaiban (2010) relatou aumento menos acentuado na lactatemia das ovelhas utilizadas em seu estudo (2,89 a 3,03 mmol/L), 16 horas após a indução com sacarose, assim como, Cosenza et al. (2015) que, no entanto, mensuraram somente o lactato L (2,9 mmol/L).

Os dois isômeros do lactato foram mensurados no presente experimento, o que o distingue dos demais estudos que induziram ALRA em pequenos ruminantes. Gentile et al. (2004), após a indução de ALRA em bezerros, constataram hiperlactatemia D intensa, porém, a concentração sanguínea de lactato L permaneceu constante, dentro dos limites fisiológicos. O lactato D absorvido pode se acumular no organismo e causar efeitos deletérios, sendo excretado lentamente pelos rins (Lorenz e Gentile, 2014). Nas cabras estudadas, entretanto, as

elevações nas concentrações plasmáticas de lactato L e D foram discretas. Isso pode ter relação com a introdução precoce do tratamento e o período curto de evolução da doença induzida (somente 16 horas), o que provavelmente determinou menor absorção do ácido láctico produzido no rúmen. Embora a concentração plasmática do lactato D tenha triplicado, em média, com a instalação da doença fermentativa ruminal, os valores obtidos nas cabras são muito menores do que os relatados em bezerros com ALRA (Gentile et al., 2004) e com diarreia (Lorenz e Vogt, 2006; Trefz et al., 2015). Diferenças nos métodos de determinação laboratorial utilizados talvez possam explicar a discrepância.

Como a desidratação presente nas cabras variou de leve a moderada, a síntese endógena de lactato L devido à hipoperfusão tecidual e à diminuição da pressão arterial, presentes em quadros graves de ALRA (Owens et al., 1998), parece improvável de ter ocorrido nestes animais e não contribuiu para acentuar a hiperlactatemia.

A elevação na concentração plasmática de ácidos orgânicos, como o ácido láctico, pode provocar a elevação do AG (DiBartola, 2011), e essa alteração foi confirmada nas cabras do presente trabalho. Segundo Constable (2014), o cálculo do SIG fornece informações ainda mais acuradas do que o AG sobre os ânions fortes não mensurados, especialmente em animais com concentrações anormais de proteínas plasmáticas. A diminuição nos valores do SIG, como observado no presente trabalho, indica aumento na concentração plasmática de ânions fortes, tais como o lactato L e o lactato D (Constable, 2014). O limite inferior fisiológico de -5 mmol/L é admitido para o SIG nas espécies animais de grande porte (Radostits et al., 2007).

A redução do pH urinário, presente 16 horas após a indução da ALRA, é condizente com a excreção de ácidos, como tentativa de correção renal da acidose metabólica instaurada (Carlson e Bruss, 2008). Essa alteração também foi observada em ovelhas e bovinos com ALRA induzida por sacarose (Maruta et al., 2008; Flaiban et al., 2010; Cosenza et al., 2015).

A correção da acidose metabólica foi bem sucedida com a administração da solução L84, o que comprova a eficácia terapêutica dessa solução eletrolítica alcalinizante. Em grande parte, a correção já era completa no meio da infusão. Ao término da infusão, o BE se elevou em 15,27 mmol/L, caracterizando efeito alcalinizante superior ao observado em ovelhas com ALRA e tratadas com a mesma solução, empregando-se protocolo de infusão semelhante (Flaiban et al., 2010). A alcalinização obtida nas cabras foi equivalente às alcançadas em bezerros diarreicos acidóticos (Lisbôa et al., 2012) e em equinos com acidose hiperclorêmica (Romão et al., 2015). Em todos esses estudos, a solução L84 foi infundida em volume correspondente a 10% do peso corporal, com velocidades que variaram de 20 a 25 mL/kg/h.

A solução L84 provocou redução discreta na concentração plasmática de Na^+ e redução acentuada na concentração de Cl^- , revertendo a hipercloremia e elevando, conseqüentemente, a SID_3 plasmática, o que justifica o seu efeito alcalinizante (DiBartola, 2011). Esses resultados são coerentes com os observados nas cabras sadias e decorrem da composição eletrolítica da solução infundida, destacando-se a concentração de Cl^- reduzida e a $\text{SID}_{\text{efetiva}}$ elevada, pouco mais do que o dobro do valor de 40 mmol/L, apontado como fisiológico para a SID plasmática dos animais de grande porte (Constable, 1999). O impacto sobre a cloremia foi breve e os valores presentes antes da indução da ALRA foram recuperados duas horas após o final da infusão. Adicionalmente, a solução L84 causou hipopotassemia leve, a partir da metade da infusão, e essa alteração manteve-se presente até o dia seguinte ao tratamento. Esse mesmo padrão de interferência com os eletrólitos do plasma foi observado quando a solução L84 foi utilizada para o tratamento de ovelhas (Flaiban, 2010), de bezerros (Lisbôa et al., 2012) e de equinos (Romão et al., 2015) acidóticos. Entretanto, diferente das cabras, os bezerros e os equinos apresentaram redução da concentração de K^+ , mas não chegaram a desenvolver hipopotassemia.

Em relação à potassemia, o desvio do K^+ para o meio intracelular é esperado, como resultado da correção da acidose metabólica (DeMoraes et al., 2008). O mesmo efeito foi observado nas cabras sadias com a indução da alcalose metabólica iatrogênica. Entretanto, a intensidade e a duração foram maiores nas cabras acidóticas, chegando a provocar redução tardia da EF de K^+ . A anorexia e o jejum prolongado podem levar à depleção de K^+ no organismo dos ruminantes (Sattler e Fecteau, 2014) e isso pode ter contribuído para a manutenção duradoura da hipopotassemia nas cabras com ALRA.

A infusão da solução eletrolítica estudada provocou hiperlactatemia acentuada, agravando o aumento leve já existente de lactato L no plasma. Esse desequilíbrio iatrogênico foi transitório e duas horas após o final da infusão já estava revertido. Como a EF de lactato L não aumentou, isso prova que a metabolização do lactato é, de fato, muito rápida, mesmo quando já se apresenta em níveis elevados no organismo devido à doença original. Resultados semelhantes foram comprovados em ovelhas (Flaiban et al., 2010) e em bezerros (Lisbôa et al., 2012) acidóticos tratados com a mesma solução. A concentração plasmática do lactato D não foi afetada com a infusão porque o isômero do lactato presente na solução L84 é, predominantemente, o L.

A correção da acidose metabólica foi acompanhada pela diminuição do AG, a partir do meio da infusão, pelo retorno do SIG a valores fisiológicos e pela elevação do pH da urina ao término da infusão, o que caracteriza restabelecimento do equilíbrio ácido base. A solução infundida promoveu a correção rápida do desequilíbrio presente e a homeostase foi mantida a partir do final do tratamento. Deve-se destacar que a manutenção do equilíbrio não resultou somente da administração da solução L84, mas também da eficiência das lavagens ruminais em remover o suco ruminal alterado acumulado, o que evitou a absorção adicional de ácido láctico.

A desidratação, classificada como de intensidade moderada por meio de critérios semiológicos, foi completamente revertida já na metade da infusão, a julgar pela variação nos valores de PPT e A_{tot} . O volume infundido, correspondendo a 10% do peso corporal foi maior do que o necessário, como indica a %VP. Os valores iniciais, presentes antes de a doença ser induzida, foram recuperados oito horas após o término da infusão e as cabras mantiveram-se equilibradas posteriormente.

A solução L84 foi eficaz, portanto, para corrigir a acidose metabólica e a desidratação presentes nas cabras acometidas por ALRA, gerando efeito alcalinizante equivalente ao da solução B84, que continha bicarbonato na mesma concentração (84 mEq/L). A metabolização do lactato ocorreu de maneira rápida e eficiente, mesmo em condições de desequilíbrio com hiperlactatemia. Kasari e Naylor (1985) relataram que, em bezerros, soluções com bicarbonato são mais eficazes para corrigir quadros de acidose metabólica do que soluções contendo lactato, porque a metabolização do lactato pode estar comprometida. Contrariando esse conceito, Leal et al. (2007a) e Flaiban et al. (2010) também comprovaram a eficiência de soluções com concentração elevada de lactato de sódio (150 mEq/L e 84 mEq/L de lactato, respectivamente) para corrigirem a acidose metabólica de garrotes e ovelhas com ALRA induzida. O conjunto dos resultados pode, portanto, contradizer a afirmação de que soluções contendo lactato de sódio não seriam indicadas para o tratamento da acidose metabólica provocada pelo acúmulo de ácidos orgânicos (Smith e Berchtold, 2014). A magnitude e a rapidez da alcalinização produzida pela solução L84 quando infundida em equinos (Romão et al., 2015) e em bezerros (Lisbôa et al., 2012) com acidose hiperclorêmica foram, de fato, semelhantes às constatadas em ovelhas portadoras de acidose por hiperlactatemia (Flaiban et al., 2010), assim como nas cabras estudadas. Tudo indica que essa solução eletrolítica intravenosa pode ser empregada para o tratamento da acidose metabólica independente da sua causa, desde que a capacidade do organismo em metabolizar o lactato infundido não esteja

comprometida. A sua eficácia terapêutica deve ser comprovada em casos de doença de ocorrência natural.

Conclusão

A solução eletrolítica contendo 84 mEq/L de lactato produz alcalinização iatrogênica quando infundida em cabras sadias e corrige a desidratação e a acidose metabólica presentes em cabras portadoras de acidose láctica ruminal aguda, sem provocar efeitos colaterais. Pode ser considerada uma alternativa segura e eficiente a terapia com fluidos aplicada aos caprinos.

Declaração de conflito de interesse

Nenhum dos autores possui relação financeira ou pessoal que pode influenciar de maneira inapropriada o conteúdo deste artigo.

A solução eletrolítica L84 está registrada no Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI) com o número PI0804912-2, desde a data 13/11/2008, em nome de Júlio Augusto Naylor Lisboa.

Referências

- Afonso, J.A.B., Kuchembuck, M.R.G., Feltrin, L.P.Z., Laposy, C.B., Kohayagawa, A., Mendonça, C.L., Takahira, R.K. 2002. Efeito da Monensina sódica sobre as características do suco rumenal na acidose láctica experimental em ovinos. *Revista Brasileira de Medicina Veterinária* 24, 203-210.
- Braun U., Rihs T., Schefer U. 1992. Ruminant lactic acidosis in sheep and goats. *The Veterinary Record* 130, 343-349.
- Carlson, G.P.; Bruss, M.L. 2008. Fluid, Electrolyte, and Acid-Base Balance. In: : Kaneko, J.J.; Harvey, J.W.; Bruss, M.L. *Clinical Biochemistry of Domestic Animals*, 6^a ed. Elsevier, London, UK, pp.529-560.
- Constable, P.D. 1997. A simplified strong ion model for acid-base equilibria: application to horse plasma. *Journal of Applied Physiology* 83, 297-311.

- Constable, P.D. 1999. Clinical assessment of acid-base status strong ion difference theory. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice* 15, 447-471.
- Constable, P.D. 2002. Calculation of variables describing plasma nonvolatile weak acids for use in the strong ion approach to acid-base balance in cattle. *American Journal of Veterinary Research* 63, 482-490.
- Constable, P.D. 2003. Fluid and electrolyte therapy in ruminants. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice* 19, 557-597.
- Constable, P.D. 2014. Acid-base assessment: When and How to apply the Henderson-Hasselbach equation and Strong Ion Difference Theory. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice* 30, 295-316.
- Cosenza, M., Pereira, P.F.V., Fernandes, L.I., Dearo, A.C.O., Flaiban, K.K.M.C., Lisboa, J.A.N. 2013. Efeito da solução de Ringer com lactate sobre os equilíbrios hidroeletrólítico e acidobase de equinos, ovelhas e bezerros sadios. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia* 43, 2247-2253.
- Cosenza, M., Pereira, P.F.V., Romão, F.T.N.M.A., Flaiban, K.K.M.C., Fernandes, L.I., Gargano, R.G., Lisboa, J.A.N. 2015. Efeito alcalinizante da solução Ringer com lactate em ovelhas sadias e acidóticas. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia* 67, 855-863.
- De Moraes, H.A., Bach, J.F., Di Bartola, S.P. 2008. Metabolic acid-base disorders in the critical care unit, advances in fluid, electrolyte, and acid-base disorders. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice* 38, 559-574.
- DiBartola, S.P. 2011. *Fluid, Electrolyte, and Acid-base Disorders in Small Animal Practice*. 4^a ed. Editora Saunders, St. Louis, Missouri, USA. 744p.
- Dirksen, G., Gründer, H.D., Stöber, M. 1993. *Rosenberger: Exame Clínico dos Bovinos*. 3^a ed. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, Brasil. 420p.
- Flaiban, K.K.M.C. 2010. Efeito alcalinizante de soluções eletrolíticas contendo lactato de sódio em ovelhas sadias e com acidose metabólica induzida. Tese, Doutorado em Ciência Animal, Universidade Estadual de Londrina.
- Flaiban, K.K.M.C., Fernandes, L.I., Penzetti, E.M., Balarin, M.R.S., Lisboa, J.A.N. 2010. Sodium lactate concentrated solution can correct metabolic acidosis due to induced acute rumen lactic acidosis. In: *Proceedings of XXVI World Buiatrics Congress*, Santiago, Chile, pp. 374.
- Garry, F., Chew, D.J., Rings, D.M. 1990. Renal excretion of creatinine, electrolytes, protein and enzymes in healthy sheep. *American Journal of Veterinary Research* 51, 414-419.
- Gentile, A., Sconza, S., Lorenz, G., Otranto, G., Rademacher, G., Famigli-Bergamini, P., Klee, W. 2004. D-Lactic acidosis in calves as a consequence of experimentally induced ruminal acidosis. *Journal of Veterinary Medicine* 51, 64-70.

- Hartsfield, S.M., Thurmon, J., Benson, G. 1981. Sodium bicarbonate and bicarbonate precursors for treatment of metabolic acidosis. *Journal of American Veterinary Medical Association* 179, 914-916.
- Junqueira, J.R.C., Balarin, M.R.S., Flaiban, K.K.M.C., Barbosa, D.S., Lisbôa, J.A.N. 2015. Efeito alcalinizante de soluções eletrolíticas intravenosas com concentrações elevadas de lactato de sódio infundidas em bezerros saudáveis. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia* 67, 15-24.
- Kasari, T.R. 1999. Metabolic acidosis in calves. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice* 15, 473-486.
- Kasari, T.R., Naylor, J.M. 1985. Clinical evaluation of sodium bicarbonate, sodium L-lactate and sodium acetate for the treatment of acidosis in diarrheic calves. *Journal of American Veterinary Medical Association* 187, 392-397.
- Kezar W.W., Church D.C. 1979. Ruminal changes during the onset and recovery of induced lactic acidosis in sheep. *Journal of Animal Science* 49, 1161-1167.
- Leal, M.L.R., Maruta, C.A., Ortolani, E.L. 2007a. Uso de bicarbonato e lactato L para correção da acidose metabólica sistêmica em bovinos com acidose láctica ruminal aguda. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia* 59, 971-976.
- Leal, M.L.R., Mori, C.S., Ortolani, E.L. 2007b. Estudo da capacidade alcalinizante de tampões metabolizáveis em bovinos saudáveis. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia* 59, 965-970.
- Lisbôa, J.A.N., Junqueira, J.R.C., Flaiban, K.K.M.C., Voltarelli, D.C., Cosenza, M. 2012. Intravenous electrolyte solution with high concentration of sodium lactate can correct hyperchloremic acidosis in diarrheic calves. In: *Proceedings of the XXVII World Congress, Lisboa, Portugal*, pp. 166.
- Lorenz, I., Gentile, A. 2014. D-Lactic acidosis in neonatal ruminants. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice* 30, 317-331.
- Lorenz, I., Vogt, S. 2006. Investigations on the association of D-lactate blood concentrations with the outcome of therapy of acidosis, and with posture and demeanour in young calves with diarrhea. *Journal of Veterinary Medicine* 53, 490-494.
- Lunn, D.P.; McGuirk, S.M. 1990. Renal regulation of electrolyte and acid-base balance in ruminants. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice* 6, 1-28.
- Maruta C.A., Ortolani E.L. 2002. Susceptibilidade de bovino das raças Jersey e Gir à acidose láctica ruminal: I- variáveis ruminais e fecais. *Ciência Rural* 32, 55-59.
- Maruta, C.A., Leal, M.L.R., Mendes Netto, D., Mori, C.S., Antonelli, A.C., Ortolani, E.L. 2008. The measurement of urine pH to predict the amount of buffer used in the treatment of acute rumen lactic acidosis in cattle. *Ciência Rural* 38, 717-722.

- Miranda Neto, E.G., Afonso, J.A.B., Mendonça, C.L., Almeida, M.Z.P.R.B. 2005. Estudo clínico e características do suco ruminal de caprinos com acidose láctica induzida experimentalmente. *Pesquisa Veterinária Brasileira* 25, 73-78.
- Miranda Neto, E.G., Silva, S.T.G., Mendonça, C.L., Drummond, A.R.F., Afonso, J.A.B. 2011. Aspectos clínicos e a bioquímica ruminal de caprinos submetidos à acidose láctica experimental e suplementados ou não com monensina sódica. *Pesquisa Veterinária Brasileira* 31, 416-424.
- Nakagawa, M. Suzuki, K., Takahashi, F., Kamikatano, K., Koiwa, M., Taguchi, K. 2009. Comparison of the alkalinizing effects of bicarbonate precursors in calves with experimentally induced metabolic acidosis. *Journal Veterinary Medical Science* 71, 807-809.
- Naylor, J.M, Forsyth, G.W. 1986. The alkalinizing effect of metabolizable bases in healthy calf. *Canadian journal of Veterinary Research* 50, 509-516.
- Owens, F.N, Secrist, D.S., Hill, W.J., Gill, D.R. 1998. Acidosis in cattle: review. *Journal of Animal Science* 76, 275-286.
- Patra, R.C., Lal, S.B., Swarup, D. 1996. Biochemical profile of rumen liquor, blood and urine in experimental acidosis in sheep. *Small Ruminant Research* 19, 177-180.
- Radostits O.M., Gay C.C., Hinchcliff K.W., Constable, P.D. 2007. *Veterinary Medicine: A textbook of the diseases of cattle, horses, sheep, pigs and goats*. 10^a ed. Saunders Elsevier, Philadelphia, USA. 2156p.
- Romão, F.T.N.M.A., Pereira, P.F.V., Flaiban, K.K.M.C., Dearo, A.C.O., Fernandes, T.M., Lisboa, J.A.N. 2015. Intravenous administration of a polyionic solution containing 84 mEq/L of lactate resolves experimentally induced hyperchloremic acidosis in horses. *Equine Veterinary journal*. DOI:10.1111/evj12525.
- Roussel, A.J. 2014. Fluid therapy in mature cattle. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice* 30, 429-439.
- Sattler, N., Fecteau, G. 2014. Hypokalemia Syndrome in cattle. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice* 30, 351-357.
- Smith, B.P. 2015. Indigestion in Ruminants. In: *Large Animal Internal Medicine*, 5^a ed. Elsevier Mosby, St. Louis, MO, USA, pp.777-799.
- Smith, G.W., Berchtold, J. 2014. Fluid therapy in calves. *Veterinary Clinics of North America* 30, 409-428.
- Trefz, F.M., Constable, P.D., Lorenz, I. 2015. Quantitative physicochemical analysis of acid-base balance and clinical utility of anion gap and strong ion gap in 806 neonatal calves with diarrhea. *Journal of Veterinary Internal Medicine* 29, 678-687.

Underwood, W.J. 1992. Rumen lactic acidosis: Part II – Clinical signs, diagnosis, treatment and prevention. The Compendium Continuing Education Practicing Veterinary 14, 1265-1271.

Tabela 1

Composição iônica (mEq/L) e osmolaridade calculada das soluções para administração intravenosa em cabras.

Componente	L28	L84	B28	B84
Sódio	130	130	130	130
Cloreto	109	53	109	53
Potássio	4	4	4	4
Cálcio	3	3	-	-
Lactato	28	84	-	-
Bicarbonato	-	-	28	84
SID _{efetiva}	28	84	28	84
<i>Osmolaridade (mOsm/L)</i>	<i>275</i>	<i>275</i>	<i>272</i>	<i>272</i>

Tabela 2

Valores de média e desvio padrão ($\bar{x} \pm s$) do pH, pCO_2 , HCO_3^- , BE, Na^+ , K^+ , Cl^- , SID_3 , AG, SIG, Lactato L, Lactato D, PPT, A_{tot} e %VP no sangue venoso de caprinos com acidose metabólica antes da indução (-16h), no início (0h), na metade (2h), no término (4h), 6h, 12h e 24h do início da infusão intravenosa de soluções eletrolíticas contendo 84 mEq/L de lactato (L84) ou de bicarbonato (B84).

Solução	-16h	0h	2h	4h	6h	12h	24h
pH							
L84	7,407 ^{Ab} ±0,01	7,275 ^{Ac} ±0,08	7,438 ^{Aab} ±0,04	7,471 ^{Aa} ±0,07	7,467 ^{Aab} ±0,06	7,444 ^{Ab} ±0,02	7,401 ^{Ab} ±0,03
B84	7,394 ^{Ab} ±0,01	7,232 ^{Ac} ±0,08	7,448 ^{Aab} ±0,03	7,512 ^{Aa} ±0,04	7,464 ^{Aab} ±0,06	7,421 ^{Ab} ±0,05	7,419 ^{Ab} ±0,03
pCO_2(mmHg)							
L84	39,06 ^{Aa} ±3,28	36,88 ^{Ab} ±4,63	36,51 ^{Ab} ±5,20	36,58 ^{Ab} ±5,24	37,88 ^{Ab} ±3,31	34,30 ^{Ab} ±2,09	35,45 ^{Ab} ±4,11
B84	41,45 ^{Aa} ±2,47	34,03 ^{Ab} ±2,76	32,34 ^{Ab} ±3,15	35,23 ^{Ab} ±3,00	33,88 ^{Ab} ±3,29	33,06 ^{Ab} ±3,31	34,28 ^{Ab} ±2,28
HCO_3^- (mmol/L)							
L84	24,06 ^{Abc} ±1,70	16,03 ^{Ad} ±2,27	23,80 ^{Abc} ±1,83	26,88 ^{Aa} ±2,30	26,84 ^{Aab} ±3,37	23,05 ^{Ac} ±1,94	23,27 ^{Abc} ±2,09
B84	24,38 ^{Abc} ±0,98	14,40 ^{Ad} ±2,27	23,13 ^{Abc} ±1,98	27,26 ^{Aa} ±3,08	23,80 ^{Aab} ±3,11	21,06 ^{Ac} ±2,77	22,76 ^{Abc} ±2,42
BE (mmol/L)							
L84	-0,61 ^{Abc} ±1,71	-11,56 ^{Ad} ±3,23	-1,37 ^{Abc} ±1,62	3,71 ^{Aa} ±3,19	3,14 ^{Aab} ±4,14	-1,02 ^{Ac} ±2,22	-1,47 ^{Abc} ±1,90
B84	-0,51 ^{Abc} ±0,99	-13,33 ^{Ad} ±3,92	-1,16 ^{Abc} ±3,10	4,40 ^{Aa} ±3,57	0,04 ^{Aab} ±3,96	-3,04 ^{Ac} ±3,47	-2,51 ^{Abc} ±2,66
Na^+ (mmol/L)							
L84	144,25 ^{Aab} ±1,17	146,00 ^{Aa} ±4,23	141,85 ^{Abc} ±2,95	142,88 ^{Abc} ±2,65	143,56 ^{Abc} ±2,34	140,20 ^{Abc} ±2,25	139,92 ^{Ac} ±3,89
B84	144,33 ^{Aab} ±1,95	147,70 ^{Aa} ±3,20	142,66 ^{Abc} ±2,51	143,58 ^{Abc} ±2,84	143,40 ^{Abc} ±2,88	140,76 ^{Abc} ±4,14	140,18 ^{Ac} ±4,50
K^+ (mmol/L)							
L84	3,90 ^{Aa} ±0,38	3,73 ^{Aab} ±0,82	2,91 ^{Ac} ±0,74	3,00 ^{Ac} ±0,93	2,91 ^{Ac} ±0,92	3,07 ^{Abc} ±0,36	2,82 ^{Abc} ±0,36
B84	4,20 ^{Aa} ±0,31	3,66 ^{Aab} ±0,32	2,71 ^{Ac} ±0,34	2,55 ^{Ac} ±0,16	2,79 ^{Ac} ±0,32	3,22 ^{Abc} ±0,40	3,15 ^{Abc} ±0,40
Cl^- (mmol/L)							
L84	107,03 ^{Ab} ±2,19	111,81 ^{Aa} ±4,62	103,93 ^{Ac} ±3,38	102,96 ^{Ac} ±3,74	103,68 ^{Abc} ±3,80	105,77 ^{Abc} ±2,96	104,10 ^{Abc} ±2,12
B84	106,53 ^{Ab} ±2,49	111,63 ^{Aa} ±2,97	103,54 ^{Ac} ±3,62	103,71 ^{Ac} ±3,94	104,40 ^{Abc} ±3,64	105,71 ^{Abc} ±4,69	103,90 ^{Abc} ±7,72
SID_3 (mmol/L)							
L84	41,20 ^{Aab} ±1,58	37,91 ^{Abc} ±4,41	40,82 ^{Aab} ±2,59	42,92 ^{Aa} ±1,49	42,79 ^{Aab} ±1,07	37,49 ^{Ac} ±0,73	38,65 ^{Aabc} ±4,92
B84	42,09 ^{Aab} ±1,40	39,73 ^{Abc} ±2,00	41,83 ^{Aabc} ±1,89	42,42 ^{Aa} ±3,70	41,79 ^{Aab} ±1,40	38,27 ^{Ac} ±1,90	39,84 ^{Aabc} ±2,38
AG (mmol/L)							
L84	17,05 ^{Ab} ±2,08	21,88 ^{Aa} ±4,26	17,02 ^{Ab} ±3,73	16,13 ^{Ab} ±1,76	15,95 ^{Ab} ±3,62	14,44 ^{Ab} ±2,39	15,37 ^{Ab} ±5,98
B84	17,70 ^{Ab} ±1,85	25,33 ^{Aa} ±1,80	18,70 ^{Ab} ±2,61	15,15 ^{Ab} ±6,21	17,99 ^{Ab} ±2,03	17,20 ^{Ab} ±2,17	17,20 ^{Ab} ±2,17
SIG (mmol/L)							
L84	-2,22 ^{Aa} ±1,79	-6,80 ^{Ab} ±4,34	-5,73 ^{Aab} ±3,74	-3,59 ^{Aa} ±2,06	-2,06 ^{Aa} ±4,33	0,03 ^{Aa} ±1,58	1,16 ^{Aa} ±6,48
B84	-2,70 ^{Aa} ±1,47	-10,93 ^{Ab} ±2,12	-6,12 ^{Aab} ±2,91	-2,71 ^{Aa} ±6,00	-4,82 ^{Aa} ±2,15	-3,18 ^{Aa} ±1,78	-2,87 ^{Aa} ±1,81
Lactato L (mmol/L)							
L84	0,63 ^{Ac} ±0,50	2,03 ^{Abc} ±0,69	7,87 ^{Aa} ±0,76	9,35 ^{Aa} ±1,28	3,01 ^{Ab} ±1,13	1,00 ^{Ac} ±0,67	0,64 ^{Ac} ±0,28
B84	0,36 ^{Ac} ±0,49	2,18 ^{Aa} ±1,16	2,11 ^{Bab} ±1,49	2,58 ^{Ba} ±2,12	2,05 ^{Bab} ±2,06	1,16 ^{Aabc} ±0,66	0,61 ^{Abc} ±0,53
Lactato D (mmol/L)							
L84	0,15 ^{Ab} ±0,02	0,44 ^{Aa} ±0,03	0,44 ^{Aa} ±0,13	0,49 ^{Aa} ±0,06	0,44 ^{Aa} ±0,04	0,23 ^{Ab} ±0,06	0,21 ^{Ab} ±0,03
B84	0,15 ^{Ab} ±0,05	0,47 ^{Aa} ±0,05	0,48 ^{Aa} ±0,10	0,45 ^{Aa} ±0,06	0,44 ^{Aa} ±0,06	0,22 ^{Ab} ±0,04	0,24 ^{Ab} ±0,19
PPT (mg/dL)							
L84	6,16 ^{Ab} ±0,32	7,20 ^{Aa} ±0,28	5,33 ^{Ac} ±0,62	5,16 ^{Ad} ±0,40	5,56 ^{Ac} ±0,42	5,96 ^{Ab} ±0,48	6,28 ^{Ab} ±0,50
B84	6,30 ^{Ab} ±0,51	7,20 ^{Aa} ±0,64	5,20 ^{Ac} ±0,63	4,93 ^{Ad} ±0,32	5,48 ^{Ac} ±0,43	5,96 ^{Ab} ±0,46	6,10 ^{Ab} ±0,50
A_{tot} (mmol/L)							
L84	22,20 ^{Ab} ±1,15	25,92 ^{Aa} ±1,01	19,20 ^{Ac} ±2,26	18,60 ^{Ad} ±1,47	20,04 ^{Ac} ±1,53	21,48 ^{Ab} ±1,72	22,62 ^{Ab} ±1,82
B84	22,68 ^{Ab} ±1,86	25,92 ^{Aa} ±2,32	18,72 ^{Ac} ±2,27	17,76 ^{Ad} ±1,17	19,74 ^{Ac} ±1,55	21,48 ^{Ab} ±1,66	21,96 ^{Ab} ±1,80
Variação volume plasmático (%)							
L84	0 ^{Ac} ±0	-14,37 ^{Ad} ±2,16	16,87 ^{Aab} ±13,70	19,71 ^{Aa} ±7,13	11,05 ^{Ab} ±5,75	3,82 ^{Ac} ±8,66	-1,39 ^{Ac} ±8,47
B84	0 ^{Ac} ±0	-12,33 ^{Ad} ±4,61	21,70 ^{Aab} ±6,67	27,65 ^{Aa} ±4,55	15,00 ^{Ab} ±5,96	5,08 ^{Ac} ±6,49	3,37 ^{Ac} ±4,86

^{a,b,A,B} Médias seguidas de letras diferentes, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem entre si ($p < 0,05$).

Tabela 3

Valores de média e desvio padrão ($\bar{x} \pm s$) do pH, densidade, excreção fracionada de Na^+ , excreção fracionada de K^+ , excreção fracionada de Cl^- e excreção fracionada de lactato L na urina caprinos com acidose metabólica antes da indução (-16h), no início (0h), na metade (2h), no término (4h), 6h, 12h e 24h do início da infusão intravenosa de soluções eletrolíticas contendo 84 mEq/L de lactato (L84) ou de bicarbonato (B84).

Solução	-16h	0h	2h	4h	6h	12h	24h
pH							
L84	8,00 ^{Aa} ±0,20	5,42 ^{Ad} ±0,34	6,11 ^{Acd} ±0,85	7,17 ^{Aab} ±1,11	7,35 ^{Aab} ±0,78	7,11 ^{Abc} ±0,31	7,05 ^{Ac} ±0,46
B84	8,11 ^{Aa} ±0,14	5,49 ^{Ad} ±0,71	6,64 ^{Acd} ±0,73	7,45 ^{Aab} ±0,58	7,80 ^{Aab} ±0,47	7,14 ^{Abc} ±0,39	6,85 ^{Ac} ±0,57
Densidade							
L84	1029 ^{Aa} ±14,51	1024 ^{Aa} ±17,30	1005 ^{Aa} ±7,55	1002 ^{Aa} ±2,94	1012 ^{Aa} ±6,06	1013 ^{Aa} ±5,77	1022 ^{Aa} ±21,80
B84	1036 ^{Aa} ±11,73	1032 ^{Aa} ±18,11	1002 ^{Aa} ±2,42	1004 ^{Aa} ±3,44	1009 ^{Aa} ±6,22	1017 ^{Aa} ±9,83	1015 ^{Aa} ±10,60
EF Na^+ (%)							
L84	0,04 ^{Ab} ±0,04	0,06 ^{Ab} ±0,04	1,21 ^{Ab} ±1,20	5,36 ^{Aa} ±2,52	0,54 ^{Ab} ±0,58	0,17 ^{Ab} ±0,21	0,02 ^{Ab} ±0,02
B84	0,43 ^{Ab} ±0,85	0,48 ^{Ab} ±0,76	1,51 ^{Ab} ±1,62	3,58 ^{Aa} ±2,57	0,99 ^{Ab} ±1,08	0,16 ^{Ab} ±0,10	0,02 ^{Ab} ±0,01
EF K^+ (%)							
L84	17,95 ^{Aab} ±6,98	13,53 ^{Aab} ±2,70	28,00 ^{Aa} ±11,40	25,96 ^{Aa} ±16,56	6,78 ^{Abc} ±3,95	5,69 ^{Ac} ±6,96	1,85 ^{Ac} ±0,55
B84	22,39 ^{Aab} ±18,8	13,89 ^{Aab} ±7,73	26,93 ^{Aa} ±10,52	21,80 ^{Aa} ±12,34	10,74 ^{Abc} ±7,26	5,20 ^{Ac} ±3,45	2,11 ^{Ac} ±1,05
EF Cl^- (%)							
L84	0,84 ^{Ab} ±0,30	0,28 ^{Ab} ±0,16	1,74 ^{Ab} ±1,27	4,74 ^{Aa} ±2,94	0,60 ^{Ab} ±0,61	0,31 ^{Ab} ±0,34	0,28 ^{Ab} ±0,14
B84	1,28 ^{Ab} ±1,29	0,76 ^{Ab} ±0,71	2,17 ^{Ab} ±1,84	3,80 ^{Aa} ±2,64	1,21 ^{Ab} ±1,13	0,35 ^{Ab} ±0,11	0,14 ^{Ab} ±0,06
EF lactato L (%)							
L84	0,12 ^{Aa} ±0,24	3,43 ^{Aa} ±3,73	3,44 ^{Aa} ±2,57	4,32 ^{Aa} ±3,93	1,79 ^{Aa} ±2,19	2,63 ^{Aa} ±4,29	0,13 ^{Aa} ±0,16
B84	0,09 ^{Ba} ±0,13	0,54 ^{Ba} ±0,90	0,58 ^{Ba} ±0,35	1,93 ^{Ba} ±3,21	0,92 ^{Ba} ±1,16	0,52 ^{Ba} ±0,54	0,09 ^{Ba} ±0,17

^{a,b,A,B} Médias seguidas de letras diferentes, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem entre si ($p < 0,05$).

Figuras

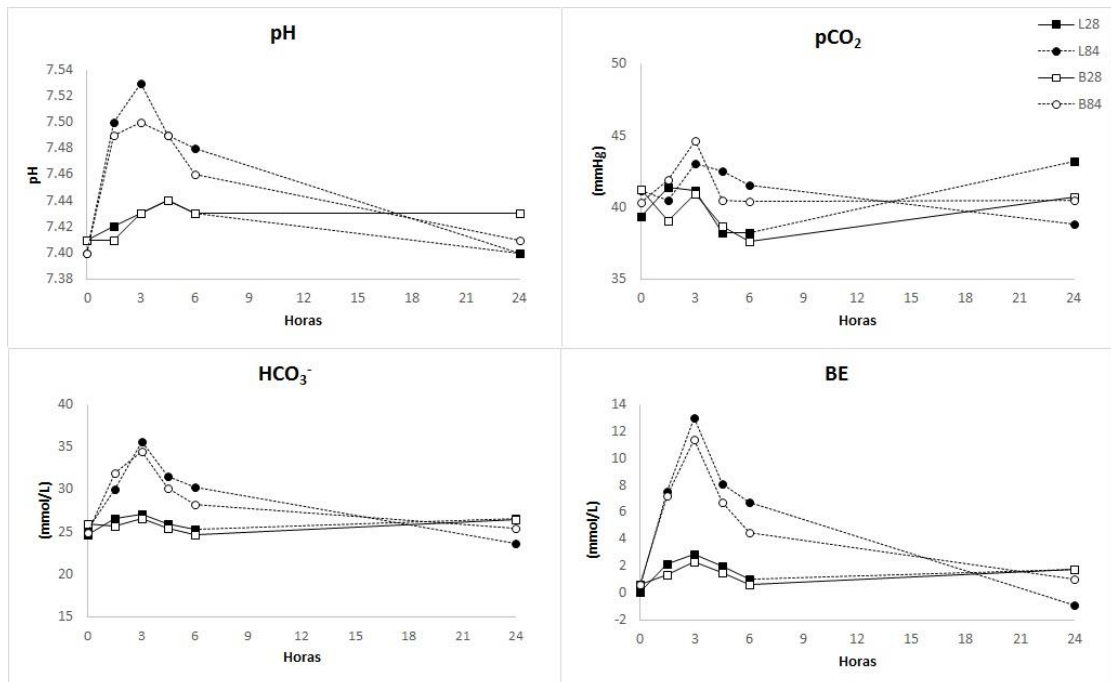


Figura 1: Variação do pH, pCO₂, HCO₃⁻ e BE em cabras saudáveis que receberam as soluções eletrolítica L28, L84, B28 e B84, administradas por via intravenosa em volume correspondente a 10% do peso corporal, nos momentos 0h, 1,5h (metade da infusão), 3h (término da infusão), 4,5h, 6h e 24h do início da infusão.

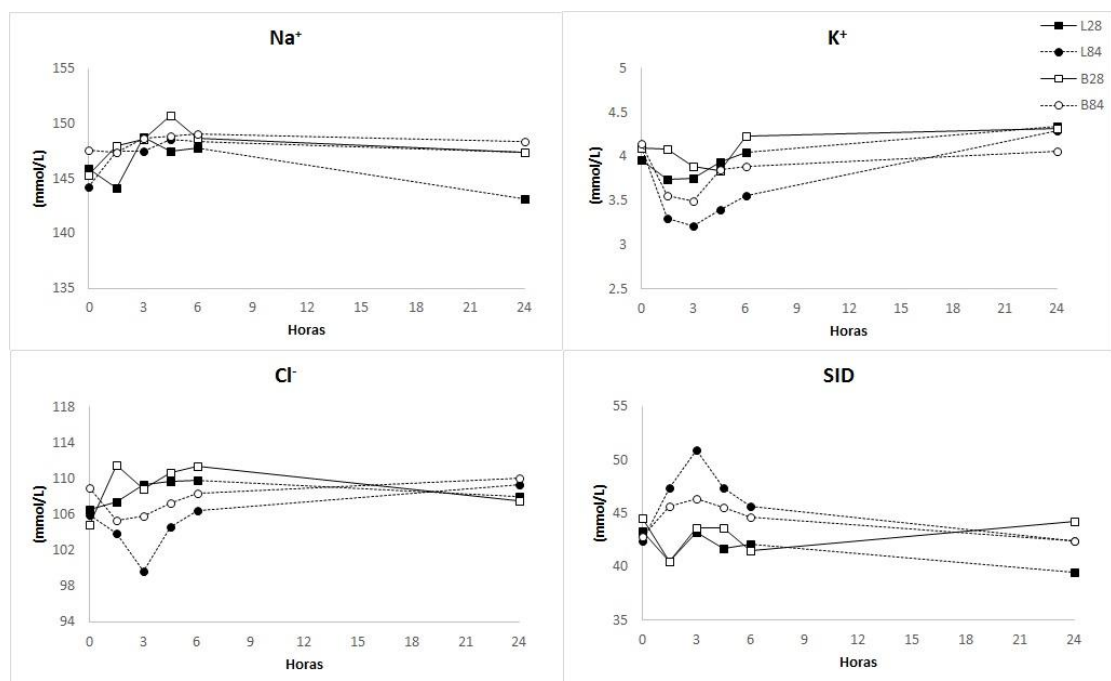


Figura 2: Variação do Na⁺, K⁺, Cl⁻ e SID₃ em cabras saudáveis que receberam as soluções eletrolítica L28, L84, B28 e B84, administradas por via intravenosa em volume correspondente a 10% do peso corporal, nos momentos 0h, 1,5h (metade da infusão), 3h (término da infusão), 4,5h, 6h e 24h do início da infusão.

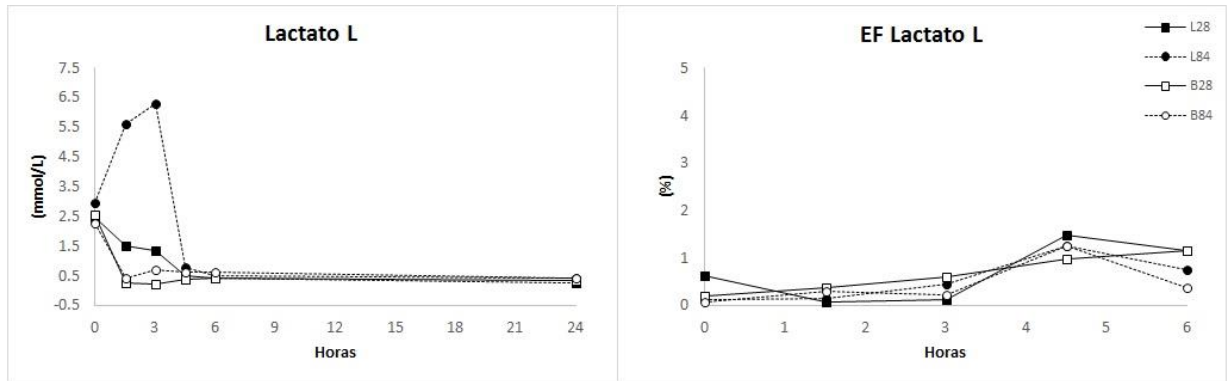


Figura 3: Variação do lactato L e da excreção fracionada do lactato L em cabras sadias que receberam as soluções eletrolítica L28, L84, B28 e B84, administradas por via intravenosa em volume correspondente a 10% do peso corporal, nos momentos 0h, 1,5h (metade da infusão), 3h (término da infusão), 4,5h, 6h e 24h do início da infusão.

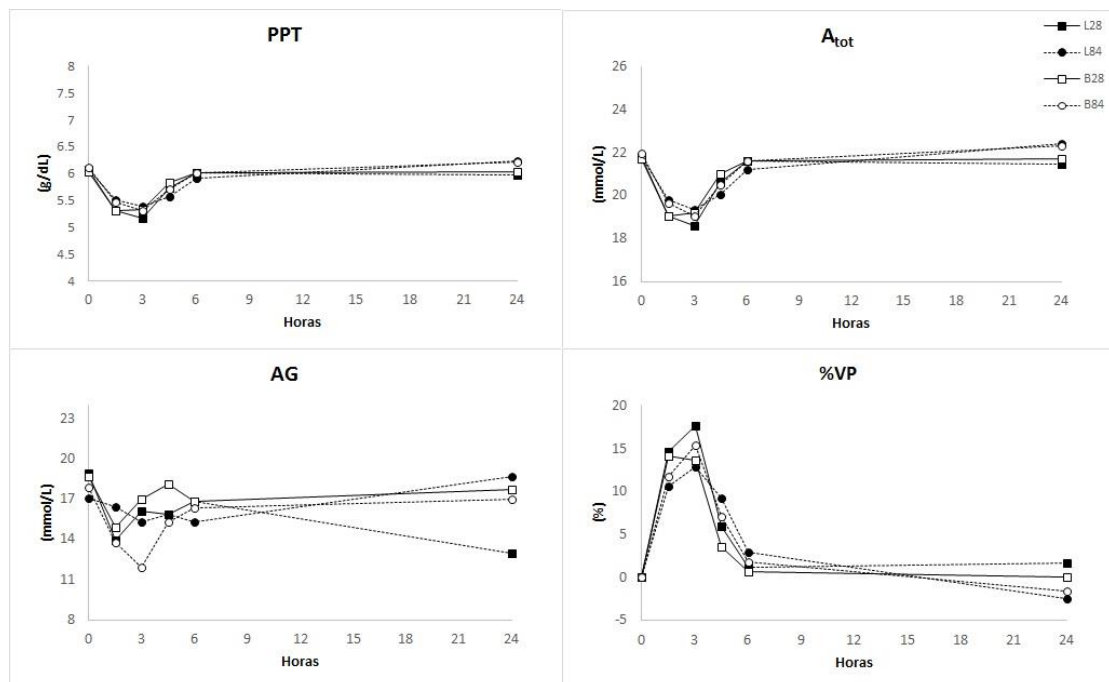


Figura 4: Variação do PPT, A_{tot}, AG e %VP em cabras sadias que receberam as soluções eletrolítica L28, L84, B28 e B84, administradas por via intravenosa em volume correspondente a 10% do peso corporal, nos momentos 0h, 1,5h (metade da infusão), 3h (término da infusão), 4,5h, 6h e 24h do início da infusão.

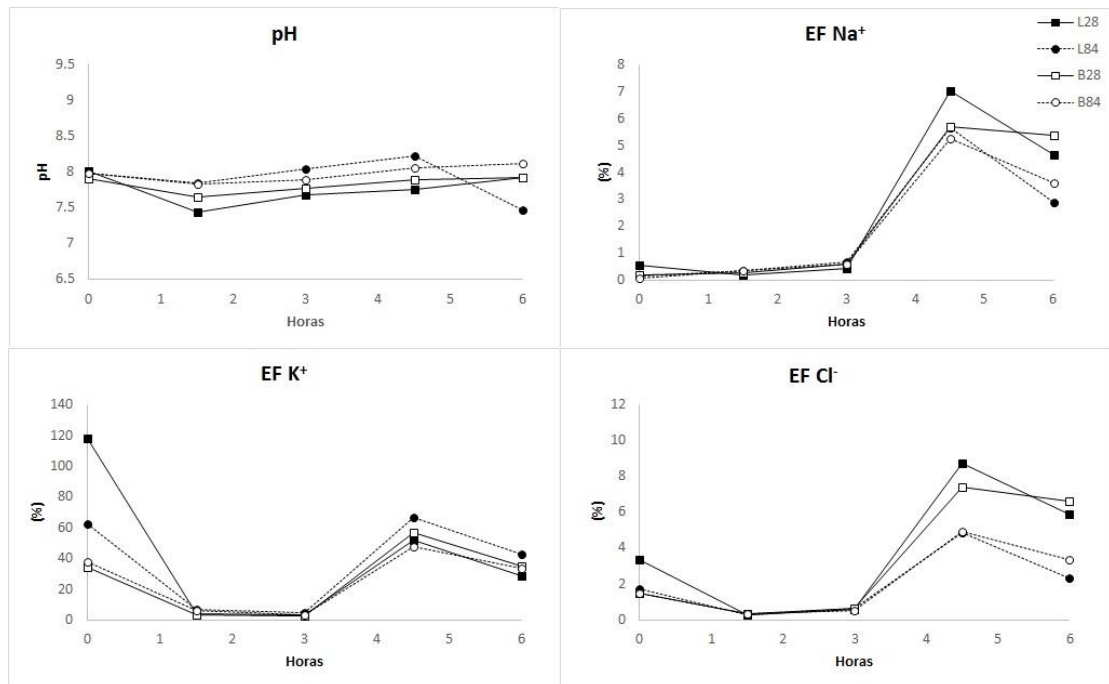


Figura 5: Variação do pH urinários e das excreções fracionadas de Na^+ , K^+ e Cl^- em cabras sadias que receberam as soluções eletrolítica L28, L84, B28 e B84, administradas por via intravenosa em volume correspondente a 10% do peso corporal, nos momentos 0h, 1,5h (metade da infusão), 3h (término da infusão), 4,5h, 6h e 24h do início da infusão.

7 DISCUSSÃO GERAL

O modelo de indução da ALRA (KEZAR; CHURCH, 1979) foi eficaz em reproduzir a doença, com sinais clínicos e evolução similar ao relatado em casos naturais em pequenos ruminantes (BRAUN, RIHS, SCHEFER, 1992; VIEIRA et al., 2006; LIRA et al., 2013). Este fato possibilitou a realização dos estudos a respeito de duas medidas utilizadas para o tratamento desta enfermidade: a transfaunação, com a finalidade de acelerar a recuperação da função ruminal (NAVARRE; PUGH, 2004; RADOSTITS et al., 2007; GARRY; MCCONNEL, 2015); e a infusão intravenosa de solução alcalinizante, com a finalidade de correção da acidose metabólica presente (RADOSTITS et al., 2007; GARY; MCCONNEL, 2015).

Apesar de frequentemente descrita como medida de tratamento para indigestões primárias e secundárias (RADOSTITS et al., 2007; DEPETERS; GEORGE, 2014; GARRY; MCCONNEL, 2015), os autores desconhecem estudos que testaram criticamente a necessidade e eficácia da transfaunação no tratamento da ALRA em pequenos ruminantes. No presente trabalho, a transfaunação de dois litros de suco ruminal não acelerou o restabelecimento da frequência ruminal ou do apetite e não interferiu com a maioria dos parâmetros de avaliação do suco de rúmen das cabras e ovelhas estudadas. A exceção foi o retorno mais rápido das características físicas (cor, odor e consistência) e da população de protozoários ruminais nos animais estudados que receberam a transfaunação.

Uma limitação deste estudo foi a ausência da análise da microbiota do suco ruminal do bovino doador, contudo, essa medida também não é realizada na clínica buiátrica. A colheita do suco de rúmen para a transfaunação só é realizada de animais saudáveis. Um único bovino foi utilizado como animal doador do suco de rúmen e o mesmo foi observado durante todo o período experimental, se apresentando saudável, com apetite e frequência de movimentos ruminais normais. Em cada colheita o suco ruminal era brevemente avaliado quanto suas características físicas e quanto ao seu pH, e nunca apresentou variação fora da normalidade (DIRKSEN; GRÜNDER; STÖBER, 1993). Como o suco ruminal era imediatamente administrado para as cabras ou ovelhas doentes, nenhum tipo de acondicionamento refrigerado se fez necessário.

Apesar da transfaunação não ter sido essencial para a recuperação da função ruminal dos animais com ALRA do presente estudo, esta prática tem outras

funções, inclusive a transferência de nutrientes para o animal enfermo, como ácidos graxos voláteis e proteínas (DEPETERS; GEORGE, 2014), que também podem beneficiar o crescimento da microbiota ruminal (KRAUSE et al., 2013). Dessa maneira, a prática da transfaunação não deve ser desencorajada, principalmente, se ela for de fácil execução, com animais fistulados próximos ao animal doente ou presença de material que facilite a coleta de grande quantidade de suco ruminal via sonda esofágica. Pelo contrário, nessas condições ela deve ser realizada. Contudo, se a obtenção do suco ruminal para ser transferido for difícil, essa prática não é absolutamente imprescindível para a recuperação do animal acometido pela ALRA.

Para a correção da acidose metabólica, decorrente da ALRA, o uso de uma nova solução com concentração elevada de lactato (84 mEq/L), chamada L84, foi proposta. O estudo foi realizado, primeiramente, com cabras sadias e, posteriormente, com as cabras acidóticas. As soluções de bicarbonato empregadas no presente estudo (B28 e B84) serviram como modelo de comparação, uma vez que o HCO_3^- é o agente alcalinizante padrão e exerce seu efeito imediatamente, sem que seja necessário processo de metabolização (KASARI, 1999; CONSTABLE, 2014). A solução L84 provocou alcalose iatrogênica nas cabras estudadas, porém de curta duração, com retorno aos valores basais de todas as variáveis ao final do período experimental. Esses resultados foram semelhantes aos constatados em ovelhas sadias (FLAIBAN, 2010) e bezerros sadios (JUNQUEIRA et al., 2015). Outros estudos utilizando soluções com concentração de lactato de sódio de 150mEq/L foram realizados em bezerros e garrotes sadios, evidenciando efeito alcalinizante de magnitude ainda maior do que o observado no presente trabalho (NAYLOR; FORSYTH, 1986; LEAL; MORI; ORTOLANI, 2007). Nas cabras com acidose metabólica, como consequência da ALRA induzida, a solução L84 se mostrou eficaz em corrigir os desequilíbrios presentes, de maneira semelhante à solução equivalente de bicarbonato (B84). A solução L84 também se mostrou eficiente em corrigir a acidose metabólica de ovelhas submetidas à protocolo experimental similar ao do presente estudo (FLAIBAN et al., 2010). A solução L84 foi utilizada com sucesso para correção de acidose hiperclorêmica induzida em bezerros (LISBÔA et al., 2012) e equinos (ROMÃO et al., 2015). Esses resultados estão de acordo com estudos anteriores de correção de acidose utilizando soluções contendo concentrações elevadas de lactato. Kasari e Naylor (1985) utilizaram solução contendo 50mmol/L de lactato de sódio em bezerros com diarreia e produziram alcalinização suficiente para corrigir

o desequilíbrio presente nos animais estudados. A solução contendo 150 mmol/L utilizada por Leal, Maruta e Ortolani (2007) também foi eficiente em corrigir a acidose metabólica após quadro induzido de ALRA em garrotes.

Os resultados do presente trabalho demonstraram que, tanto nas cabras sadias quanto nas acidóticas, o lactato foi rapidamente metabolizado, não foi eliminado por excreção renal e sua ação alcalinizante já era observada na metade das infusões. Constable (2003) ressalta que em quadros graves de desidratação e acidose metabólica, a taxa de metabolização do lactato pode diminuir, pois haverá priorização de outros eventos metabólicos. O uso da solução L84 nessas condições ainda não foi estudado e deve ser investigado no futuro.

Quando comparamos a L84 com as soluções utilizadas nos estudos citados acima, temos como distinção o fato da L84 ser uma solução cristalóide poliônica, com uma variedade maior de eletrólitos em sua composição, apesar de não balanceada, pois com o aumento da concentração de lactato ocorre uma redução inevitável do íon Cl^- . Com exceção do trabalho de Kasari e Naylor (1985), em que foi utilizado uma solução poliônica, composta de lactato, Na^+ , K^+ e Cl^- , os demais estudos utilizaram uma solução que continha somente lactato e Na^+ (NAYLOR; FORSYTH, 1986; LEAL; MARUTA; ORTOLANI, 2007; LEAL; MORI; ORTOLANI, 2007). Dessa forma, a L84 se torna uma ótima alternativa terapêutica, pois promove correção dos desequilíbrios hídricos, eletrolíticos e acidobase e tem potencial para ser comercializada no futuro.

A partir dos resultados do presente trabalho, pode-se confirmar a eficácia e a segurança da solução L84 em ovinos, bovinos, equinos e, finalmente, caprinos para a correção de quadros de acidose metabólica. (FLAIBAN, 2010; FLAIBAN et al., 2010; LISBÔA et al., 2012; JUNQUEIRA et al., 2015; ROMÃO et al., 2015). A continuidade dos trabalhos envolvendo a solução L84 deve versar sobre a comprovação da sua eficácia em outras espécies, como cães e gatos, garantindo a sua aplicação terapêutica na medicina veterinária.

8 CONCLUSÕES

- A transfaunação acelerou o retorno da população de infusórios e das características físicas (cor, odor e consistência) de cabras e ovelhas submetidas à acidose láctica ruminal aguda induzida. O retorno das outras variáveis do suco ruminal (pH, tempo de redução do azul de metileno, concentração de cloretos e proporção de bactérias Gram negativas ou Gram positivas) não sofreu influência da realização da transfaunação.
- Todos os caprinos e ovinos estudados retornaram à condição de saúde em três dias após o tratamento, independente de terem recebido a transfaunação.
- A transfaunação não é uma medida absolutamente necessária para o sucesso do tratamento de caprinos e ovinos acometidos por acidose láctica ruminal aguda.
- O potencial alcalinizante da solução Ringer com lactato é reduzido em cabras sadias. A solução com concentração elevada de lactato (84 mEq/L), por sua vez, produziu alcalinização em grau suficiente para correção de uma acidose metabólica moderada.
- A solução eletrolítica contendo 84 mEq/L de lactato provou-se eficaz para a correção da desidratação e da acidose metabólica de grau moderado presentes em cabras acometidas por acidose láctica ruminal induzida, quando infundida em volume correspondente a 10% do peso corporal.
- A solução eletrolítica contendo 84 mEq/L de lactato é considerada segura, pois não provocou efeitos adversos quando administrada em cabras sadias ou portadoras de acidose metabólica.

REFERÊNCIAS

- ABEYSEKARA, S.; NAYLOR, J. M.; WASSEF, A.W. A.; ISAK, U.; ZELLO, G. A. D-Lactic acid-induced neurotoxicity in a calf model. **American Journal of Physiology Endocrinology and Metabolism**, v.293, p.558-565, 2007.
- AFONSO, J.A.B.; KUCHEMBUCK, M.R.G.; FELTRIN, L.P.Z.; LAPOSY, C.B.; KOHAYAGAWA, A.; MENDONÇA, C.L.; TAKAHIRA, R.K. Avaliação do uso da monensina sódica na prevenção da acido láctica ruminal experimental em ovinos. **Veterinária Notícias**, v.11, n.1, p.35-43, 2005.
- BERCHTOLD, J. Treatment of Calf Diarrhea: Intravenous Fluid Therapy. **Veterinary Clinics Food Animal Practice**, v.25, n.1, p.73-99, 2009.
- BRAG, S.; HANSEN, H.J. Treatment of ruminal indigestion according to popular belief in Sweden. **Scientific and Technical Review of the Office International des Epizooties**, v.13, n.2, p.529-535, 1994.
- BRAUN, U.; RIHS, T.; SCHEFER, U. Ruminal lactic acidosis in sheep and goats. **The Veterinary Record**, v.130, n.16, p.343-349, 1992.
- COSENZA, M.; PEREIRA, P. F. V.; FERNANDES, L. I.; DEARO, A. C. O.; FLAIBAN, K. K. M. C.; LISBÔA, J. A. N. Efeito da solução de Ringer com lactate sobre os equilíbrios hidroeletrólíticos e ácido base de equinos, ovelhas e bezerros sadios. **Ciência Rural**, v.43, n.12, p.2247-2253, 2013.
- CONSTABLE, P.D. Clinical assessment of acid-base status strong ion difference theory. **Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice**, v.15, n.3, p.447-471, 1999.
- CONSTABLE, P. Fluid and electrolyte therapy in ruminants. **Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice**, v.19, n.3, p.557-597, 2003.
- CONSTABLE, P.D. Acid-base assessment: When and how to apply the Henderson-Hasselbach equation an Stron ion difference theory. **Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice**, v.30, n.2 ,p.295-319, 2014.
- COSENZA, M.; PEREIRA, P.F.V.; ROMÃO, F.T.N.M.A.; FLAIBAN, K.K.M.C.; FERNANDES, L.I.; GARGANO, R.G.; LISBÔA, J.A.N. Efeito alcalinizante da solução de Ringer com lactato em ovelhas sadias e acidóticas. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.67, n.3, p.855-863, 2015.
- DE MORAIS, H.A. Metabolic Acidosis: A quick reference. **Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice**, v.38, n.3, p.439-442, 2008.
- DEPETERS, E.J.; GEORGE, L.W. Rumen transfaunation. **Immunology Letters**, v.162, n.2, p.69-76, 2014.

DI BARTOLA, S.P. **Fluid, Electrolyte, and Acid-base disorders in small animal practice**. 4ª edição. St. Louis: Elsevier, 2011. 744p.

DING, Z.; ROWE, J.B.; GODWIN, I.R.; XU, Y.; BALL, F.M.; ATKINSON, S. No lactic acid absorbed from caecum and rumen of sheep. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.49, n.3, p.293-301, 1998.

DIRKSEN, G.; GRÜNDER, H.D.; STÖBER, M. **Rosenberger: Exame Clínico dos Bovinos**. 3ª edição. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1993. 420p.

FLAIBAN, K. K. M. C.; FERNANDES, L. I.; PENZETI, E. M.; BALARIN, M. R. S.; LISBÔA, J. A. N. Sodium lactate concentrated solution can correct metabolic acidosis due to induced acute rumen lactic acidosis. In: XXVI World Buiatrics Congress, Santiago. **Proceedings of XXVI World Buiatrics Congress** Santiago: Novodiseño, 2010. p.374.

FLAIBAN, K. K. M. C. Efeito alcalinizante de soluções eletrolíticas contendo lactato de sódio em ovelhas sadias e com acidose metabólica induzida. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2010.

GARRY, F.B.; MCCONNEL, M.C. Indigestion in Ruminants. In: SMITH, B.P. **Large Internal Medicine**. 5ª edição. St Louis: Elsevier, 2015, p.777-799.

GENTILE, A.; LORENZ, I.; SCONZA, S.; KLEE, W. Experimentally Induced Systemic Hyperchloremic Acidosis in Calves. **Journal Veterinary Internal Medicine**, v.22, n.1, p.190-195, 2008.

HARTSFIELD, S. M.; THURMON, J.; BENSON, G. Sodium bicarbonate and bicarbonate precursors for treatment of metabolic acidosis. **Journal of American Veterinary Medical Association**, v.179, n.9, p.914-916, 1981.

JUNQUEIRA, J.R.C.; BALARIN, M.R.S.; FLAIBAN, K.K.M.C.; BARBOSA, D.S.; LISBÔA, J.A.N. Efeito alcalinizante de soluções eletrolíticas intravenosas com concentrações elevadas de lactato de sódio infundidas em bezerros sadios. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.67, n.1, p.15-24, 2015.

KASARI, T. R. Metabolic acidosis in calves. **Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice**, v.15, n.3, p.473-86, 1999.

KASARI, T. R.; NAYLOR, J. M. Clinical evaluation of sodium bicarbonate, sodium L-lactate and sodium lactate and sodium acetate for the treatment of acidosis in diarrheic calves. **Journal of American Veterinary Medical Association**, v.187, n.4, p.392-397, 1985.

KEZAR, W. W.; CHURCH, D.C. Ruminal changes during the onset and recovery of induced lactic acidosis in sheep. **Journal Animal Science**, v.49, n.5, p.1161-1167, 1979.

KRAUSE, D.O.; NAGAJARA, T.G.; WRIGHT, A.D.G.; CALLAWAY, T.R. Board-invited review: rumen microbiology: leading the way in microbial ecology. **Journal of Animal Science**, v.91, n.1, p.331-341, 2013.

LEAL, M. I. R.; MARUTA, C. A.; ORTOLANI, E. L. Uso de bicarbonato e lactato-L para correção de acidose metabólica sistêmica em bovinos com acidose ruminal láctica aguda. **Arquivo Brasileiro de Veterinária e Zootecnia**, v.59, n.4, p.971-976, 2007.

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

LIRA, M.A.A.; SIMÕES, S.V.D.; RIET-CORREA, F.; PESSOA, C.M.R.; DANTAS, A.F.M.; MIRANDA NETO, E.G. Doenças do sistema digestório de caprinos e ovinos no semiárido do Brasil. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v.33, n.2, p.193-198, 2013.

LISBÔA, J. A. N.; BENESI, F. J.; LEAL, M. L. R.; TEIXEIRA, C. M. C. Efeito da idade sobre o equilíbrio ácido-básico de bezerras sadias no primeiro mês de vida. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v.39, n.3, p.136-42, 2002.

LISBÔA, J. A. N.; JUNQUEIRA, J. R. C.; FLAIBAN, K. K. M. C.; VOLTARELLI, D. C.; COSENZA, M. Intravenous electrolyte solution with high concentration of sodium lactate can correct hyperchloremic acidosis in diarrheic calves. In: XXVII World Buiatrics Congress, Lisboa. **Proceedings of the XXVII World Buiatrics Congress**. Lisboa: Novodiseño, 2012. p.166.

LORENZ, I. Investigations on the influence of serum D -lactate levels on clinical signs in calves with metabolic acidosis. **The Veterinary Journal**, v.168, n.3, p.323–327, 2004.

LORENZ, I., GENTILE, A. D-Lactic acidosis in neonatal ruminants. **Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice**, v.30, n.2, p.317-331, 2014.

MARUTA, C.A., LEAL, M.L.R., MENDES NETTO, D., MORI, C.S., ANTONELLI, A.C., ORTOLANI, E.L. The measurement of urine pH to predict the amount of buffer used in the treatment of acute rumen lactic acidosis in cattle. **Ciência Rural**, v.38, p.717-722, 2008.

MARUTA, C. A.; ORTOLANI, E. L. Suscetibilidade de bovinos das raças Jersey e Gir à acidose láctica ruminal: Acidose metabólica e metabolização do L-lactato. **Ciência Rural**, v.32, n.1, p.61-65, 2002.

ORTOLANI, E. L.; MARUTA, C. A.; MINERVINO, A. H. H. Aspectos clínicos da indução experimental de acidose láctica ruminal em zebuínos e taurinos. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v.47, n.4, p. 253-261, 2010.

MENDES NETTO, D; ORTOLANI, E. L. Evaluation of sodium bicarbonate or lactated Ringer's solution for the treatment of rumen lactic acidosis in steers. **Veterinária notícias**, v.6, n.2, p.31-39, 2000.

MIRANDA NETO, E.G.; AFONSO, J.A.B.; MENDONÇA, C.L.; ALMEIDA, M.Z.P.R.B. Estudo clínico e características do suco ruminal de caprinos com acidose láctica induzida experimentalmente. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v.25, n.2, p.73-78, 2005.

MIRANDA NETO, E.G.; SILVA, S.T.G.; MENDONÇA, C.L.; DRUMMOND, A.R.F.; AFONSO, J.A.B. Aspectos clínicos e a bioquímica ruminal de caprinos submetidos à acidose láctica experimental e suplementados ou não com monensina sódica. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v.31, n.5, p.416-424, 2011.

NAKAGAWA, M.; SUZUKI, K.; TAKAHASHI, F.; KAMIKATANO, K.; KOIWA, M.; TAGUCHI, K. Comparison of the alkalizing effects of bicarbonate precursors in calves with experimentally induced metabolic acidosis. **Journal of Veterinary Medical Science**, v.71, n.6, p.807-809, 2009.

NAVARRE; C.B.; PUGH, D.G. Enfermidades do Sistema Gastrointestinal. In: PUGH, D.G. **Clínica de Ovinos e Caprinos**. 1ª edição. São Paulo: Roca, 2004. p.77-118.

NAYLOR, J. M.; FORSYTH, G. M. The alkalinizing effects of metabolizable bases in the healthy calf. **Canadian Journal of Veterinary Research**, v.50, n.4, p.509-516, 1986.

OWENS, F.N.; SECRIST, D.S.; HILL, W.J.; GILL, D.R. Acidosis in cattle: review. **Journal of Animal Science**, v.76, n.1, p.275-286, 1998.

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

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.

ROMÃO, F.T.N.M.A.; PEREIRA, P.F.V.; FLAIBAN, K.K.M.C.; DEARO, A.C.O.; FERNANDES, T.M.; LISBÔA, J.A.N. Intravenous administration of a polyionic solution containing 84 mEq/L of lactate resolves experimentally induced hyperchloremic acidosis in horses. **Equine Veterinary journal**. DOI:10.1111/evj12525, 2015

STEWART, P.A. Modern quantitative acid-base chemistry. **Canadian Journal of Physiology and Pharmacology**, v.61, n.4, p.1444-1461, 1983.

UNDERWOOD, W.J. Rumen lactic acidosis: Part II – Clinical signs, diagnosis, treatment and prevention. **The Compendium Continuing Education Practicing Veterinary**, v.14, n.8, p.1265-1271, 1992.

VIEIRA, A.C.S; AFONSO, J.A.B.; MENDONÇA, C.L.; COTAS, N.A.; SOUZA, M.I. Estudo retrospectivo da acidose láctica em caprinos e ovinos atendidos na Clínica de bovinos, Campus Garanhuns/UFPRE. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.1. n.1, p.97-101, 2006.

APÊNDICES

APÊNDICE

Tabelas e Figuras complementares ao artigo B “Alcalose iatrogênica e correção de acidose metabólica em cabras com o uso de solução eletrolítica intravenosa contendo 84 mEq/L de lactato”.

Tabela 1. Valores de média e desvio padrão ($\bar{x} \pm s$) do pH sanguíneo de cabras sadias às 0h, 1,5h (metade da infusão), 3h (término da infusão), 4,5h, 6h e 24h do início da infusão de soluções eletrolíticas contendo 28 ou 84 mEq/L de lactato (L28 e L84) ou de bicarbonato (B28 e B84).

Solução	Início da infusão (0 hora)	Metade da infusão (1,5 horas)	Término da infusão (3 horas)	4,5 horas	6 horas	24 horas
L28	7,41 ^{Aab} ± 0,01	7,42 ^{Ba} ± 0,02	7,43 ^{Ba} ± 0,01	7,44 ^{Ba} ±0,02	7,43 ^{Ba} ± 0,01	7,40 ^{Ab} ± 0,02
L84	7,40 ^{Ac} ± 0,01	7,50 ^{Aab} ± 0,02	7,53 ^{Aa} ± 0,01	7,49 ^{Ab} ±0,02	7,48 ^{Ab} ± 0,02	7,40 ^{Ac} ± 0,01
B28	7,41 ^{Aa} ± 0,03	7,42 ^{Ba} ± 0,02	7,43 ^{Ba} ± 0,02	7,44 ^{Ba} ±0,01	7,43 ^{Ba} ± 0,01	7,43 ^{Aa} ±0,02
B84	7,40 ^{Ac} ±0,01	7,49 ^{Aab} ±0,01	7,50 ^{Aa} ±0,03	7,49 ^{Aab} ±0,04	7,46 ^{ABb} ±0,03	7,41 ^{Ac} ±0,02

^{a,b,A,B} Médias seguidas de letras diferentes, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem entre si ($p < 0,05$).

Figura 1. Valores médios da variação do pH sanguíneo de cabras sadias às 0h, 1,5h (metade da infusão), 3h (término da infusão), 4,5h, 6h e 24h do início da infusão de soluções eletrolíticas contendo 28 ou 84 mEq/L de lactato (L28 e L84) ou de bicarbonato (B28 e B84).

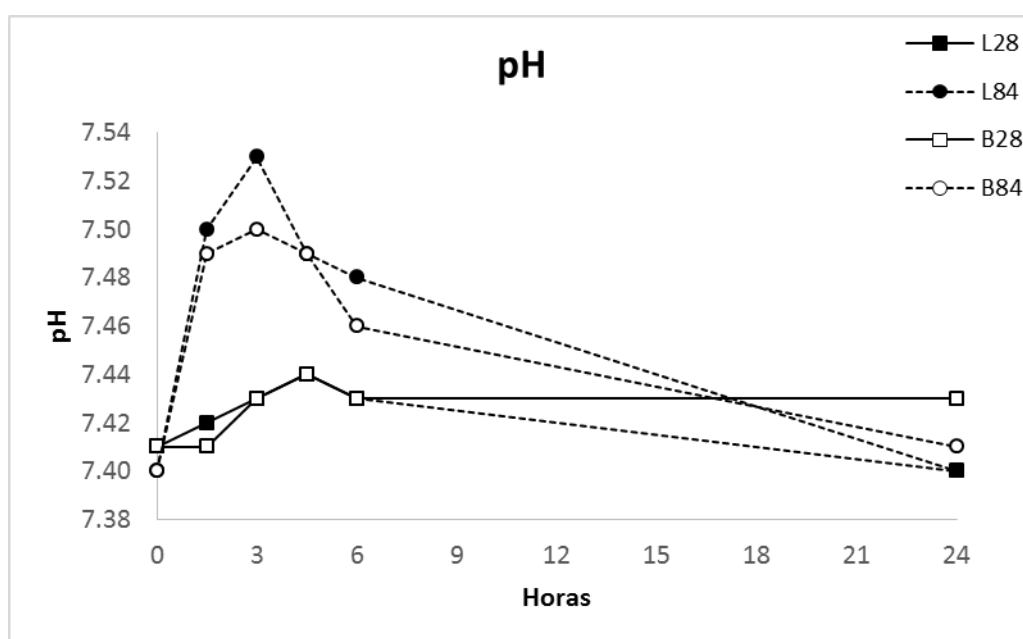


Tabela 2. Valores de média e desvio padrão ($x \pm s$) do pCO_2 (mmHg) sanguíneo de cabras sadias às 0h, 1,5h (metade da infusão), 3h (término da infusão), 4,5h, 6h e 24h do início da infusão de soluções eletrolíticas contendo 28 ou 84 mEq/L de lactato (L28 e L84) ou de bicarbonato (B28 e B84).

Solução	Início da infusão (0 hora)	Metade da infusão (1,5 horas)	Término da infusão (3 horas)	4,5 horas	6 horas	24 horas
L28	39,35 ^{Aab} ±0,97	41,40 ^{Aab} ±2,18	41,18 ^{Aab} ±1,87	38,23 ^{Bb} ±2,13	38,25 ^{ABb} ±2,14	43,23 ^{Aa} ±2,86
L84	41,21 ^{Aab} ±3,64	40,53 ^{Aab} ±3,08	43,08 ^{Aa} ±1,41	42,55 ^{Aab} ±2,77	41,55 ^{Aab} ±3,39	38,85 ^{Bb} ±2,20
B28	41,26 ^{Aa} ±2,47	39,08 ^{Aa} ±1,47	40,98 ^{Aa} ±2,38	38,66 ^{ABa} ±1,30	37,60 ^{Ba} ±2,42	40,73 ^{Aba} ±3,60
B84	40,36 ^{Ab} ±3,22	41,90 ^{Aab} ±3,92	44,63 ^{Aa} ±1,83	40,46 ^{ABb} ±3,88	40,38 ^{ABb} ±5,09	40,51 ^{Ab} ±3,73

a,b,A,B Médias seguidas de letras diferentes, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem entre si ($p < 0,05$).

Figura 2. Valores médios da variação do pCO_2 sanguíneo de cabras sadias às 0h, 1,5h (metade da infusão), 3h (término da infusão), 4,5h, 6h e 24h do início da infusão de soluções eletrolíticas contendo 28 ou 84 mEq/L de lactato (L28 e L84) ou de bicarbonato (B28 e B84).

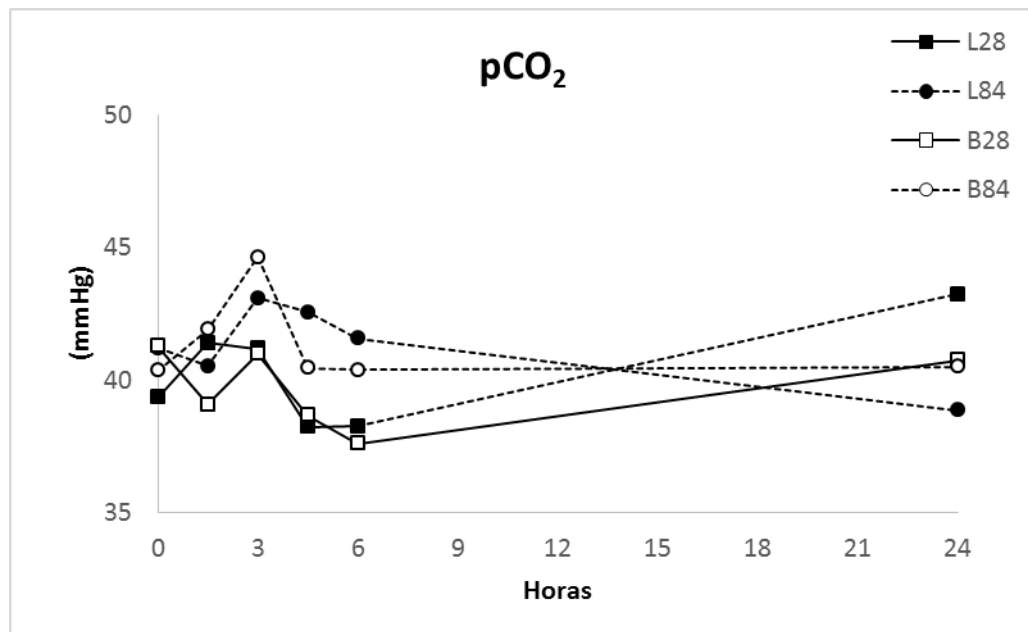


Tabela 3. Valores de média e desvio padrão ($\bar{x} \pm s$) do HCO_3^- (mmol/L) sanguíneo de cabras sadias às 0h, 1,5h (metade da infusão), 3h (término da infusão), 4,5h, 6h e 24h do início da infusão de soluções eletrolíticas contendo 28 ou 84 mEq/L de lactato (L28 e L84) ou de bicarbonato (B28 e B84).

Solução	Início da infusão (0 hora)	Metade da infusão (1,5 horas)	Término da infusão (3 horas)	4,5 horas	6 horas	24 horas
L28	24,66 ^{Ab} ±0,94	26,58 ^{Bab} ±0,74	27,10 ^{Ba} ±0,70	25,90 ^{Bab} ±1,20	25,26 ^{Bab} ±1,05	26,55 ^{Aab} ±1,21
L84	25,31 ^{Ac} ±2,31	30,03 ^{Ab} ±1,99	35,70 ^{Aa} ±1,15	31,53 ^{Ab} ±1,58	30,36 ^{Ab} ±1,75	23,71 ^{Bc} ±1,28
B28	25,9 ^{Aa} ±3,17	25,68 ^{Ba} ±1,99	26,66 ^{Ba} ±1,48	25,45 ^{Ba} ±1,54	24,63 ^{Ba} ±1,70	26,50 ^{Aa} ±1,36
B84	24,91 ^{Ad} ±2,45	31,91 ^{Ab} ±2,69	34,51 ^{Aa} ±1,79	30,23 ^{Abc} ±2,13	28,28 ^{Ac} ±1,99	25,45 ^{ABcd} ±1,39

^{a,b,A,B} Médias seguidas de letras diferentes, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem entre si ($p < 0,05$).

Figura 3. Valores médios da variação do HCO_3^- sanguíneo de cabras sadias às 0h, 1,5h (metade da infusão), 3h (término da infusão), 4,5h, 6h e 24h do início da infusão de soluções eletrolíticas contendo 28 ou 84 mEq/L de lactato (L28 e L84) ou de bicarbonato (B28 e B84).

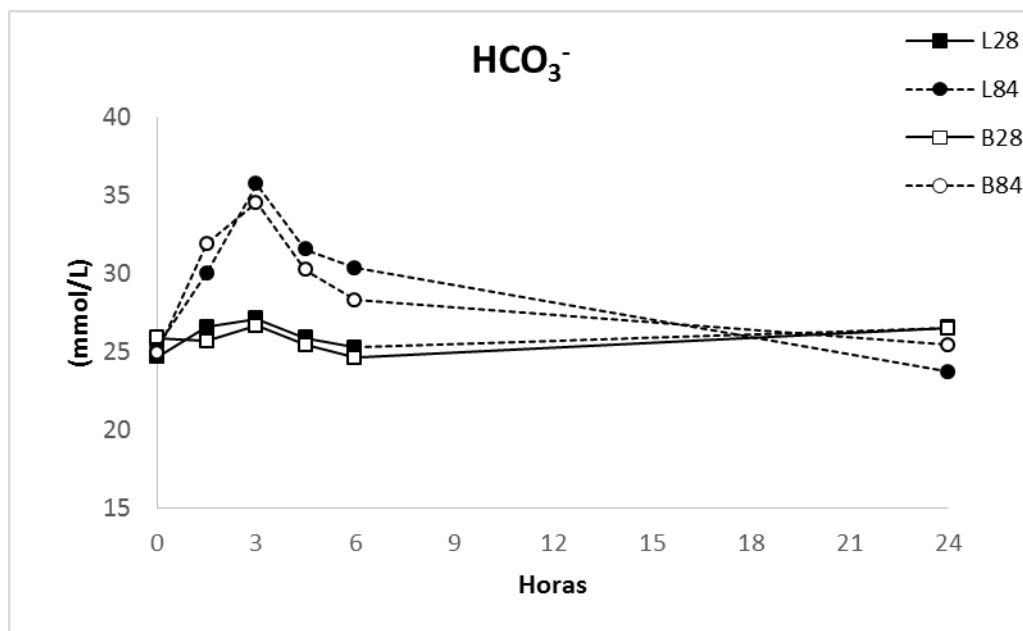


Tabela 4. Valores de média e desvio padrão ($\bar{x} \pm s$) do BE (mmol/L) sanguíneo de cabras sadias às 0h, 1,5h (metade da infusão), 3h (término da infusão), 4,5h, 6h e 24h do início da infusão de soluções eletrolíticas contendo 28 ou 84 mEq/L de lactato (L28 e L84) ou de bicarbonato (B28 e B84).

Solução	Início da infusão (0 hora)	Metade da infusão (1,5 horas)	Término da infusão (3 horas)	4,5 horas	6 horas	24 horas
L28	0,08 ^{Ab} ±0,89	2,20 ^{Ba} ±0,92	2,86 ^{Ba} ±0,64	2,0 ^{Bab} ±1,22	1,08 ^{Bab} ±1,14	1,78 ^{Aab} ±1,24
L84	0,50 ^{Ac} ±1,56	7,58 ^{Ab} ±1,79	13,03 ^{Aa} ±1,30	8,15 ^{Ab} ±1,91	6,75 ^{Ab} ±1,69	-0,9 ^{Bc} ±1,20
B28	0,60 ^{Aa} ±2,26	1,38 ^{Ba} ±2,19	2,31 ^{Ba} ±1,86	1,55 ^{Ba} ±1,87	0,63 ^{Ba} ±1,47	1,75 ^{Aa} ±0,85
B84	0,66 ^{Ad} ±1,60	7,21 ^{Ab} ±1,27	11,41 ^{Aa} ±2,32	6,73 ^{Ab} ±2,22	4,51 ^{Ac} ±1,61	1,08 ^{Abd} ±1,23

^{a,b,A,B} Médias seguidas de letras diferentes, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem entre si ($p < 0,05$).

Figura 4. Valores médios da variação do BE sanguíneo de cabras sadias às 0h, 1,5h (metade da infusão), 3h (término da infusão), 4,5h, 6h e 24h do início da infusão de soluções eletrolíticas contendo 28 ou 84 mEq/L de lactato (L28 e L84) ou de bicarbonato (B28 e B84).

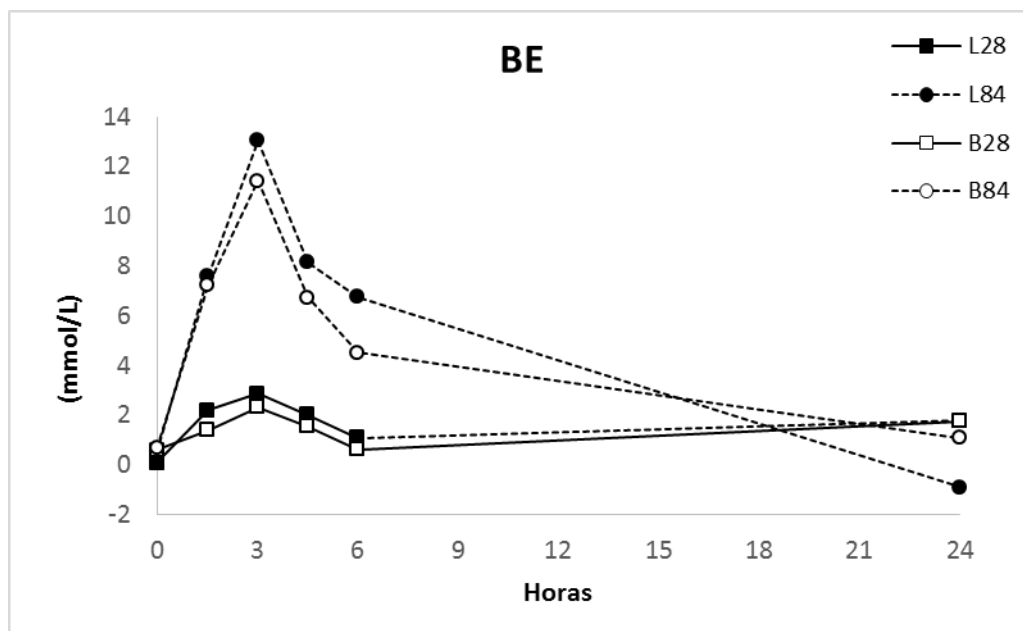


Tabela 5. Valores de média e desvio padrão ($\bar{x} \pm s$) do sódio (mmol/L) sanguíneo de cabras sadias às 0h, 1,5h (metade da infusão), 3h (término da infusão), 4,5h, 6h e 24h do início da infusão de soluções eletrolíticas contendo 28 ou 84 mEq/L de lactato (L28 e L84) ou de bicarbonato (B28 e B84).

Solução	Início da infusão (0 hora)	Metade da infusão (1,5 horas)	Término da infusão (3 horas)	4,5 horas	6 horas	24 horas
L28	145,90 ^{Abc} ±1,18	144,20 ^{Abc} ±6,45	148,78 ^{Aa} ±1,24	147,51 ^{Aab} ±1,31	147,81 ^{Aab} ±2,66	143,15 ^{Ac} ±5,86
L84	144,26 ^{Abc} ±0,85	147,48 ^{Abc} ±2,26	147,48 ^{Aa} ±1,43	148,63 ^{Aab} ±1,72	148,43 ^{Aab} ±2,01	147,41 ^{Ac} ±3,09
B28	145,33 ^{Abc} ±1,42	147,96 ^{Abc} ±3,11	148,55 ^{Aa} ±1,65	150,75 ^{Aab} ±0,76	148,65 ^{Aab} ±1,50	147,45 ^{Ac} ±3,56
B84	147,58 ^{Abc} ±2,63	147,43 ^{Abc} ±2,51	148,73 ^{Aa} ±3,08	148,91 ^{Aab} ±3,88	149,08 ^{Aab} ±2,72	148,38 ^{Ac} ±3,05

^{a,b,A,B} Médias seguidas de letras diferentes, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem entre si ($p < 0,05$).

Figura 5. Valores médios da variação do sódio sanguíneo de cabras sadias às 0h, 1,5h (metade da infusão), 3h (término da infusão), 4,5h, 6h e 24h do início da infusão de soluções eletrolíticas contendo 28 ou 84 mEq/L de lactato (L28 e L84) ou de bicarbonato (B28 e B84).

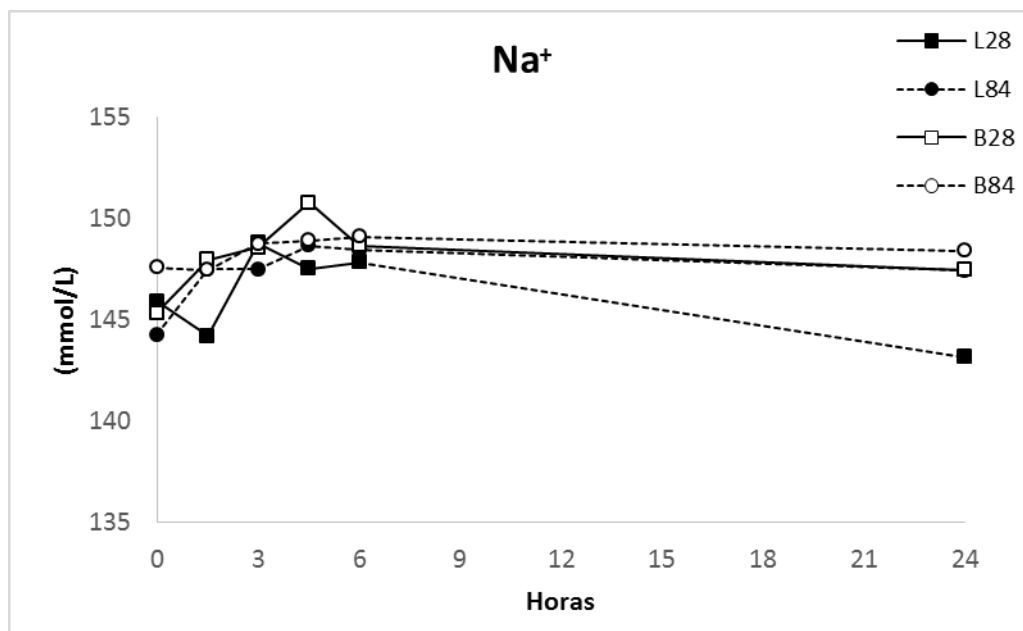


Tabela 6. Valores de média e desvio padrão ($\bar{x} \pm s$) do potássio (mmol/L) sanguíneo de cabras sadias às 0h, 1,5h (metade da infusão), 3h (término da infusão), 4,5h, 6h e 24h do início da infusão de soluções eletrolíticas contendo 28 ou 84 mEq/L de lactato (L28 e L84) ou de bicarbonato (B28 e B84).

Solução	Início da infusão (0 hora)	Metade da infusão (1,5 horas)	Término da infusão (3 horas)	4,5 horas	6 horas	24 horas
L28	3,96 ^{Aab} ± 0,26	3,74 ^{Ab} ± 0,40	3,75 ^{Ab} ± 0,41	3,94 ^{Aab} ± 0,36	4,04 ^{Aab} ± 0,39	4,34 ^{Aa} ± 0,24
L84	4,11 ^{Aa} ± 0,30	3,30 ^{Bb} ± 0,42	3,21 ^{Bb} ± 0,69	3,39 ^{Bb} ± 0,44	3,56 ^{Bb} ± 0,53	4,29 ^{Aa} ± 0,43
B28	4,10 ^{Aab} ± 0,25	4,08 ^{Aab} ± 0,31	3,89 ^{Aab} ± 0,36	3,84 ^{Ab} ± 0,27	4,23 ^{Aab} ± 0,19	4,32 ^{Aa} ± 0,34
B84	4,14 ^{Aa} ± 0,53	3,55 ^{Ab} ± 0,48	3,49 ^{Ab} ± 0,52	3,85 ^{Aab} ± 0,70	3,89 ^{ABab} ± 0,53	4,06 ^{Aa} ± 0,30

^{a,b,A,B} Médias seguidas de letras diferentes, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem entre si ($p < 0,05$).

Figura 6. Valores médios da variação do potássio sanguíneo de cabras sadias às 0h, 1,5h (metade da infusão), 3h (término da infusão), 4,5h, 6h e 24h do início da infusão de soluções eletrolíticas contendo 28 ou 84 mEq/L de lactato (L28 e L84) ou de bicarbonato (B28 e B84).

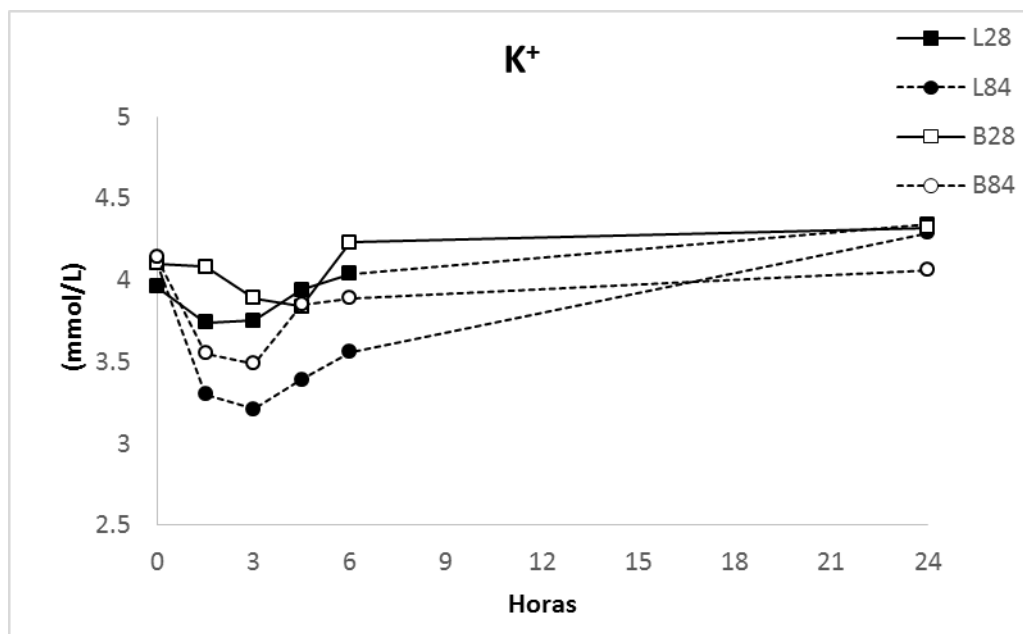


Tabela 7. Valores de média e desvio padrão ($\bar{x} \pm s$) do cloreto (mmol/L) sanguíneo de cabras sadias às 0h, 1,5h (metade da infusão), 3h (término da infusão), 4,5h, 6h e 24h do início da infusão de soluções eletrolíticas contendo 28 ou 84 mEq/L de lactato (L28 e L84) ou de bicarbonato (B28 e B84).

Solução	Início da infusão (0 hora)	Metade da infusão (1,5 horas)	Término da infusão (3 horas)	4,5 horas	6 horas	24 horas
L28	106,5 ^{Aa} ±1,44	107,38 ^{ABa} ±3,22	109,30 ^{Aa} ±2,60	109,68 ^{ABa} ±3,03	109,75 ^{Aa} ±2,76	107,98 ^{Aa} ±6,65
L84	105,98 ^{Aab} ±2,16	103,83 ^{Bbc} ±6,58	99,70 ^{Bc} ±3,60	104,58 ^{Babc} ±1,75	106,40 ^{Aab} ±1,92	109,28 ^{Aa} ±4,27
B28	104,88 ^{Ab} ±1,94	111,48 ^{Aa} ±3,77	108,81 ^{Aab} ±1,44	110,68 ^{Aa} ±2,26	111,40 ^{Aa} ±3,99	107,53 ^{Aab} ±4,91
B84	108,91 ^{Aa} ±5,07	105,28 ^{Ba} ±4,54	105,78 ^{Aa} ±2,31	107,20 ^{ABa} ±3,30	108,33 ^{Aa} ±2,53	110,0 ^{Aa} ±3,91

a,b,A,B Médias seguidas de letras diferentes, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem entre si ($p < 0,05$).

Figura 7. Valores médios da variação do cloreto sanguíneo de cabras sadias às 0h, 1,5h (metade da infusão), 3h (término da infusão), 4,5h, 6h e 24h do início da infusão de soluções eletrolíticas contendo 28 ou 84 mEq/L de lactato (L28 e L84) ou de bicarbonato (B28 e B84).

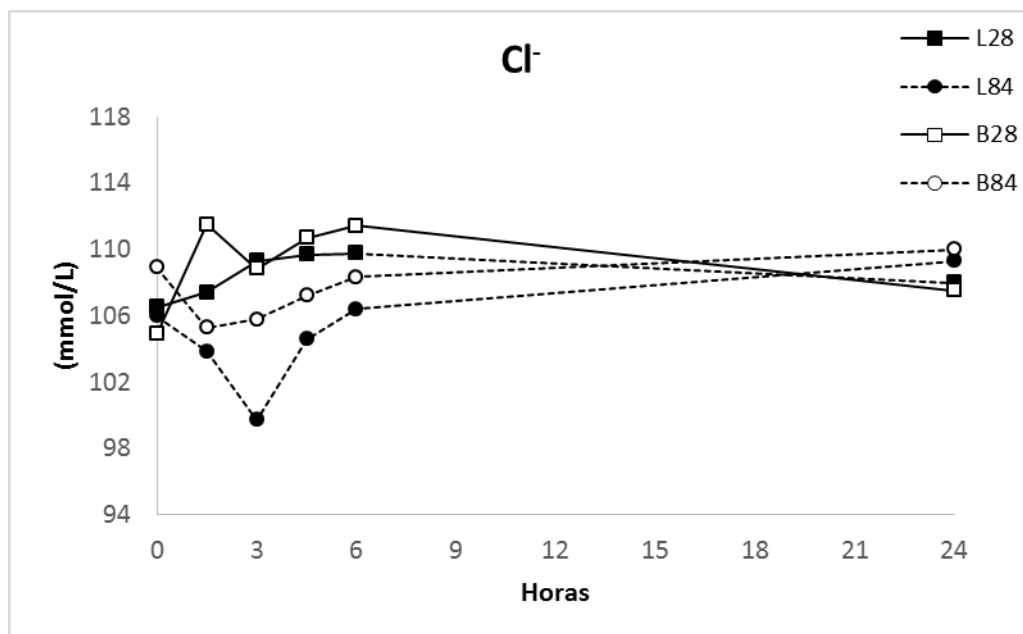


Tabela 8. Valores de média e desvio padrão ($\bar{x} \pm s$) da SID_3 (mmol/L) sanguínea de cabras sadias às 0h, 1,5h (metade da infusão), 3h (término da infusão), 4,5h, 6h e 24h do início da infusão de soluções eletrolíticas contendo 28 ou 84 mEq/L de lactato (L28 e L84) ou de bicarbonato (B28 e B84).

Solução	Início da infusão (0 hora)	Metade da infusão (1,5 horas)	Término da infusão (3 horas)	4,5 horas	6 horas	24 horas
L28	43,37 ^{Aa} ± 0,84	40,55 ^{Ba} ± 4,62	43,23 ^{Ba} ± 1,45	41,77 ^{Ba} ± 2,98	42,11 ^{Aa} ± 2,63	39,51 ^{Ba} ± 5,72
L84	42,40 ^{Ac} ± 1,78	47,40 ^{Aab} ± 4,40	51,00 ^{Aa} ± 2,00	47,44 ^{Aab} ± 0,78	45,64 ^{Abc} ± 0,91	42,43 ^{ABc} ± 1,75
B28	44,55 ^{Aa} ± 1,94	40,56 ^{Ba} ± 2,48	43,62 ^{Ba} ± 1,46	43,61 ^{Aba} ± 1,92	41,48 ^{Aa} ± 3,98	44,24 ^{Aa} ± 2,77
B84	42,81 ^{Aa} ± 6,01	45,70 ^{Aa} ± 3,19	46,44 ^{Ba} ± 4,09	45,57 ^{ABa} ± 2,66	44,64 ^{Aa} ± 2,11	42,44 ^{ABa} ± 3,02

a,b,A,B Médias seguidas de letras diferentes, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem entre si ($p < 0,05$).

Figura 8. Valores médios da variação da SID_3 sanguínea de cabras sadias às 0h, 1,5h (metade da infusão), 3h (término da infusão), 4,5h, 6h e 24h do início da infusão de soluções eletrolíticas contendo 28 ou 84 mEq/L de lactato (L28 e L84) ou de bicarbonato (B28 e B84).

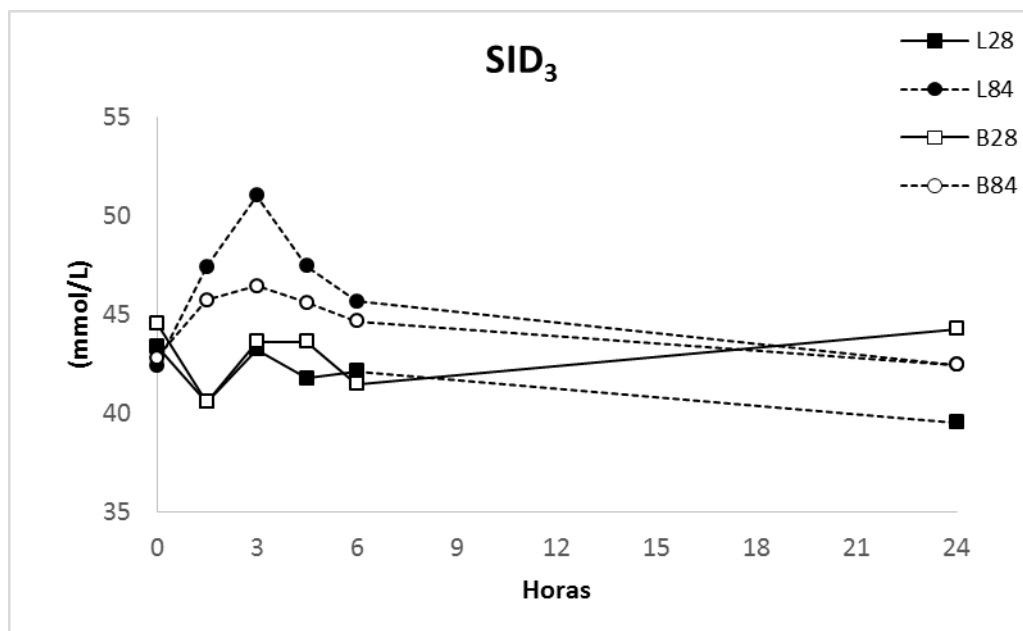


Tabela 9. Valores de média e desvio padrão ($\bar{x} \pm s$) do lactato L (mmol/L) sanguíneo de cabras sadias às 0h, 1,5h (metade da infusão), 3h (término da infusão), 4,5h, 6h e 24h do início da infusão de soluções eletrolíticas contendo 28 ou 84 mEq/L de lactato (L28 e L84) ou de bicarbonato (B28 e B84).

Solução	Início da infusão (0 hora)	Metade da infusão (1,5 horas)	Término da infusão (3 horas)	4,5 horas	6 horas	24 horas
L28	2,46 ^{Aa} ±1,21	1,51 ^{Bab} ±0,28	1,33 ^{Bbc} ±0,41	0,5 ^{Ac} ±0,25	0,43 ^{Ac} ±0,15	0,26 ^{Ad} ±0,10
L84	2,95 ^{Ab} ±0,62	5,61 ^{Aa} ±1,68	6,3 ^{Aa} ±1,95	0,78 ^{Ac} ±0,32	0,51 ^{Ac} ±0,23	0,40 ^{Ac} ±0,16
B28	2,56 ^{Aa} ±0,53	0,26 ^{Cb} ±0,19	0,23 ^{Cb} ±0,13	0,38 ^{Ab} ±0,23	0,43 ^{Ab} ±0,28	0,35 ^{Ab} ±0,18
B84	2,26 ^{Aa} ±0,84	0,43 ^{Cb} ±0,12	0,71 ^{BCb} ±0,40	0,63 ^{Ab} ±0,12	0,63 ^{Ab} ±0,23	0,4 ^{Ab} ±0,26

^{a,b,A,B} Médias seguidas de letras diferentes, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem entre si ($p < 0,05$).

Figura 9. Valores médios da variação do lactato L sanguíneo de cabras sadias às 0h, 1,5h (metade da infusão), 3h (término da infusão), 4,5h, 6h e 24h do início da infusão de soluções eletrolíticas contendo 28 ou 84 mEq/L de lactato (L28 e L84) ou de bicarbonato (B28 e B84).

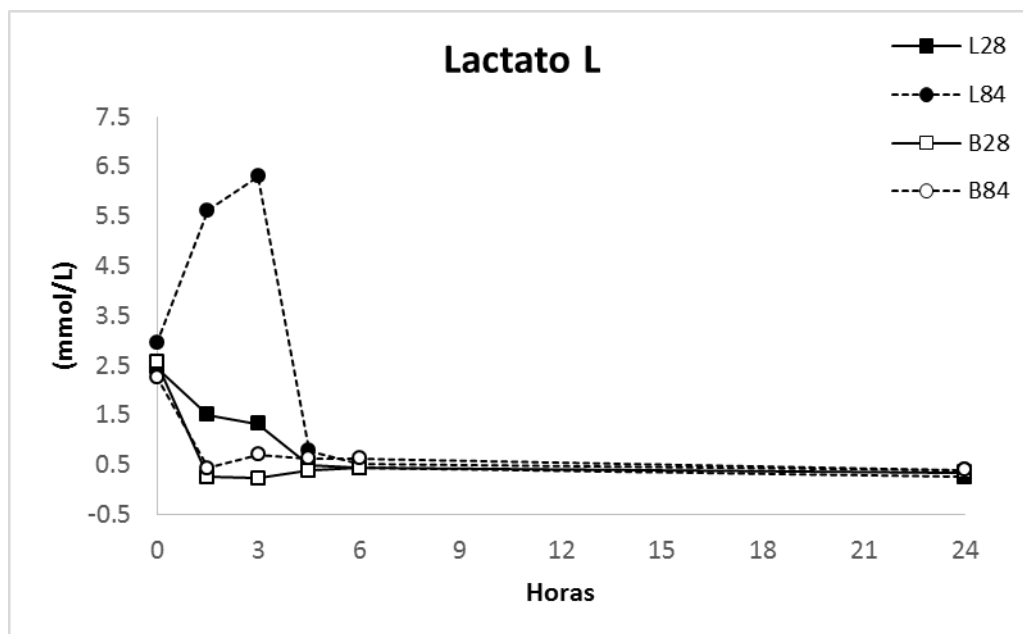


Tabela 10. Valores de média e desvio padrão ($\bar{x} \pm s$) do AG (mmol/L) sanguíneo de cabras sadias às 0h, 1,5h (metade da infusão), 3h (término da infusão), 4,5h, 6h e 24h do início da infusão de soluções eletrolíticas contendo 28 ou 84 mEq/L de lactato (L28 e L84) ou de bicarbonato (B28 e B84).

Solução	Início da infusão (0 hora)	Metade da infusão (1,5 horas)	Término da infusão (3 horas)	4,5 horas	6 horas	24 horas
L28	18,91 ^{Aa} ± 1,15	13,97 ^{Ab} ± 4,83	16,13 ^{Aab} ± 1,16	15,87 ^{Aab} ± 3,63	16,84 ^{Aab} ± 2,58	12,96 ^{Ab} ± 5,80
L84	17,08 ^{Aa} ± 3,04	16,46 ^{Ab} ± 3,67	15,30 ^{Ab} ± 1,93	15,90 ^{Aab} ± 1,99	15,28 ^{Aab} ± 1,55	18,71 ^{Aa} ± 0,94
B28	18,66 ^{Aa} ± 1,91	14,88 ^{Ab} ± 2,63	16,96 ^{Aab} ± 1,85	18,16 ^{Aab} ± 0,53	16,84 ^{Aab} ± 3,29	17,74 ^{Aab} ± 2,97
B84	17,89 ^{Aa} ± 4,65	13,78 ^{Ab} ± 1,89	11,92 ^{Ab} ± 5,15	15,33 ^{Aab} ± 2,80	16,36 ^{Aab} ± 2,34	16,99 ^{Aab} ± 12,12

^{a,b,A,B} Médias seguidas de letras diferentes, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem entre si ($p < 0,05$).

Figura 10. Valores médios da variação do AG sanguíneo de cabras sadias às 0h, 1,5h (metade da infusão), 3h (término da infusão), 4,5h, 6h e 24h do início da infusão de soluções eletrolíticas contendo 28 ou 84 mEq/L de lactato (L28 e L84) ou de bicarbonato (B28 e B84).

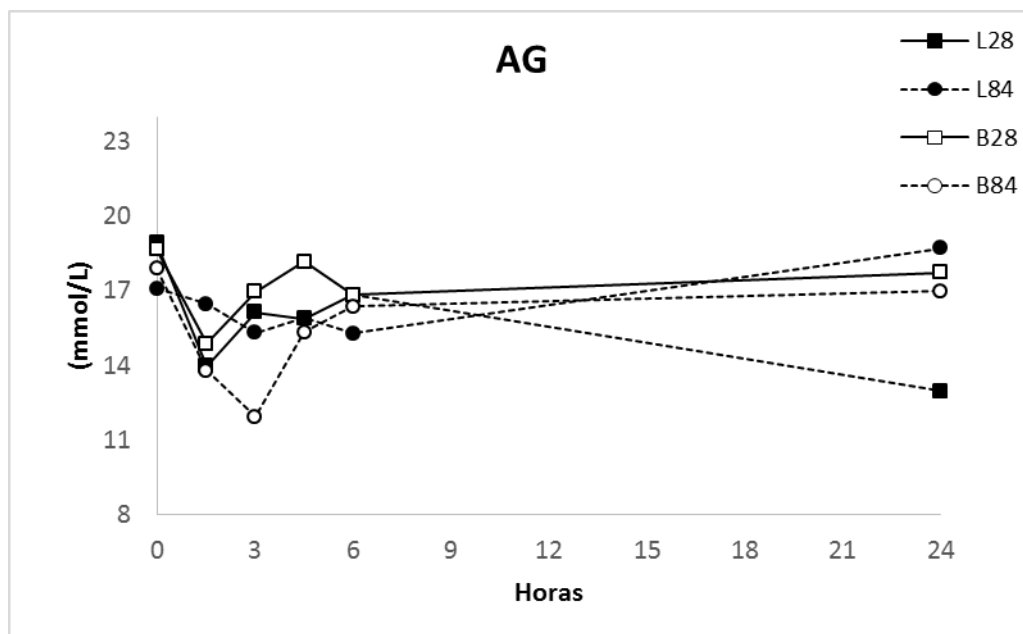


Tabela 11. Valores de média e desvio padrão ($\bar{x} \pm s$) da PPT (mg/dL) sanguínea de cabras sadias às 0h, 1,5h (metade da infusão), 3h (término da infusão), 4,5h, 6h e 24h do início da infusão de soluções eletrolíticas contendo 28 ou 84 mEq/L de lactato (L28 e L84) ou de bicarbonato (B28 e B84).

Solução	Início da infusão (0 hora)	Metade da infusão (1,5 horas)	Término da infusão (3 horas)	4,5 horas	6 horas	24 horas
L28	6,06 ^{Aa} ± 0,27	5,30 ^{Ac} ± 0,32	5,16 ^{Ac} ± 0,26	5,73 ^{Ab} ± 0,24	6,00 ^{Aa} ± 0,12	5,96 ^{Aa} ± 0,15
L84	6,06 ^{Aa} ± 0,16	5,50 ^{Ac} ± 0,27	5,38 ^{Ac} ± 0,20	5,56 ^{Ab} ± 0,32	5,90 ^{Aa} ± 0,20	6,23 ^{Aa} ± 0,23
B28	6,03 ^{Aa} ± 0,29	5,30 ^{Ac} ± 0,37	5,33 ^{Ac} ± 0,41	5,83 ^{Ab} ± 0,15	6,00 ^{Aa} ± 0,12	6,03 ^{Aa} ± 0,19
B84	6,10 ^{Aa} ± 0,41	5,46 ^{Ac} ± 0,39	5,30 ^{Ac} ± 0,45	5,70 ^{Ab} ± 0,35	6,00 ^{Aa} ± 0,40	6,20 ^{Aa} ± 0,40

^{a,b,A,B} Médias seguidas de letras diferentes, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem entre si ($p < 0,05$).

Figura 11. Valores médios da variação da PPT sanguínea de cabras sadias às 0h, 1,5h (metade da infusão), 3h (término da infusão), 4,5h, 6h e 24h do início da infusão de soluções eletrolíticas contendo 28 ou 84 mEq/L de lactato (L28 e L84) ou de bicarbonato (B28 e B84).

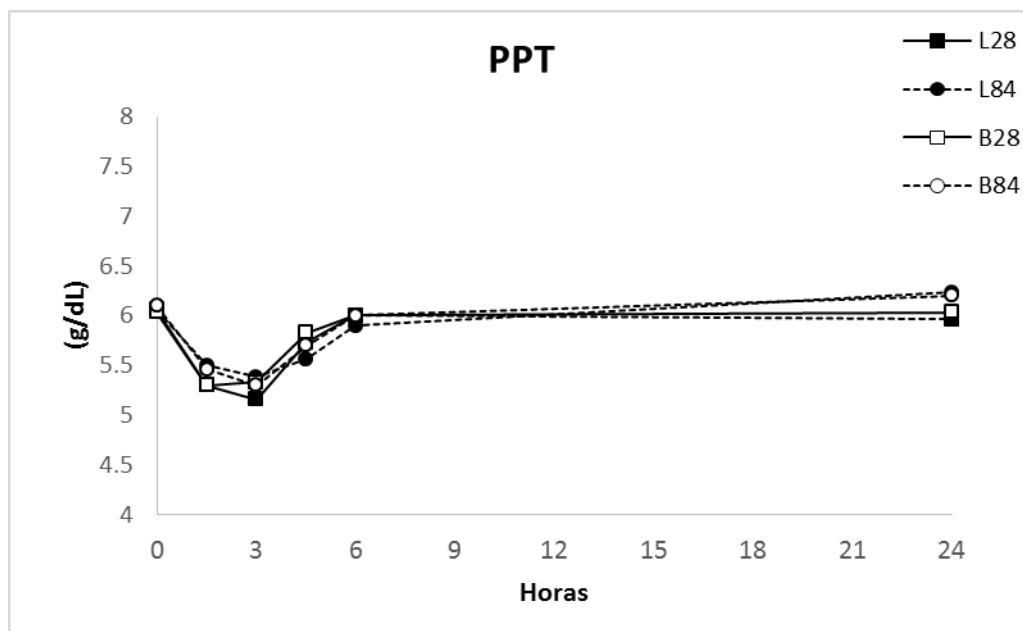


Tabela 12. Valores de média e desvio padrão ($\bar{x} \pm s$) do A_{tot} (mmol/L) sanguíneo de cabras sadias às 0h, 1,5h (metade da infusão), 3h (término da infusão), 4,5h, 6h e 24h do início da infusão de soluções eletrolíticas contendo 28 ou 84 mEq/L de lactato (L28 e L84) ou de bicarbonato (B28 e B84).

Solução	Início da infusão (0 hora)	Metade da infusão (1,5 horas)	Término da infusão (3 horas)	4,5 horas	6 horas	24 horas
L28	21,84 ^{Aa} ± 0,98	19,08 ^{Ac} ± 1,18	18,60 ^{Ac} ± 0,95	20,64 ^{Ab} ± 0,87	21,60 ^{Aa} ± 0,45	21,48 ^{Aa} ± 0,54
L84	21,84 ^{Aa} ± 0,58	19,80 ^{Ac} ± 0,99	19,38 ^{Ac} ± 0,73	20,04 ^{Ab} ± 1,15	21,24 ^{Aa} ± 0,75	22,44 ^{Aa} ± 0,84
B28	21,72 ^{Aa} ± 1,05	19,08 ^{Ac} ± 1,34	19,20 ^{Ac} ± 1,48	21,0 ^{Ab} ± 0,41	21,60 ^{Aa} ± 0,45	21,72 ^{Aa} ± 0,70
B84	21,96 ^{Aa} ± 1,49	19,68 ^{Ac} ± 1,41	19,08 ^{Ac} ± 1,62	20,52 ^{Ab} ± 1,26	21,60 ^{Aa} ± 1,44	22,32 ^{Aa} ± 1,44

^{a,b,A,B} Médias seguidas de letras diferentes, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem entre si ($p < 0,05$).

Figura 12. Valores médios da variação do A_{tot} sanguíneo de cabras sadias às 0h, 1,5h (metade da infusão), 3h (término da infusão), 4,5h, 6h e 24h do início da infusão de soluções eletrolíticas contendo 28 ou 84 mEq/L de lactato (L28 e L84) ou de bicarbonato (B28 e B84).

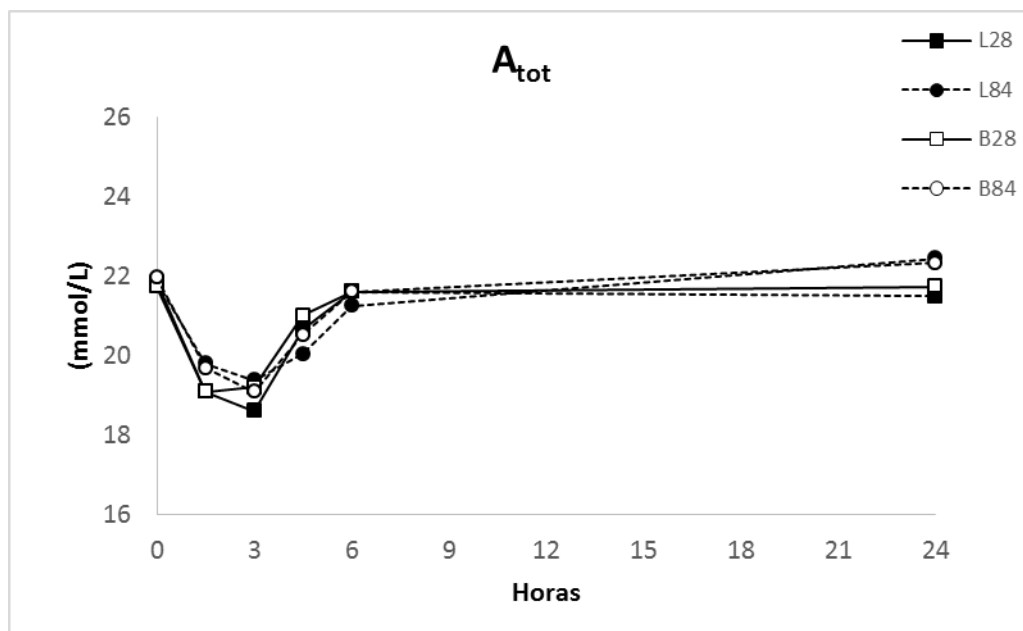


Tabela 13. Valores de média e desvio padrão ($\bar{x} \pm s$) da variação do Volume Plasmático (VP) (%) de cabras sadias às 0h, 1,5h (metade da infusão), 3h (término da infusão), 4,5h, 6h e 24h do início da infusão de soluções eletrolíticas contendo 28 ou 84 mEq/L de lactato (L28 e L84) ou de bicarbonato (B28 e B84).

Solução	Início da infusão (0 hora)	Metade da infusão (1,5 horas)	Término da infusão (3 horas)	4,5 horas	6 horas	24 horas
L28	$0^{Ac} \pm 0$	$14,62^{Aa} \pm 4,20$	$17,62^{Aa} \pm 6,83$	$5,97^{Ab} \pm 6,52$	$1,15^{Ac} \pm 5,00$	$1,67^{Ac} \pm 3,45$
L84	$0^{Ac} \pm 0$	$10,52^{Aa} \pm 5,95$	$12,82^{Aa} \pm 5,09$	$9,25^{Ab} \pm 6,19$	$2,91^{Ac} \pm 3,96$	$-2,55^{Ac} \pm 4,54$
B28	$0^{Ac} \pm 0$	$14,14^{Aa} \pm 7,11$	$13,55^{Aa} \pm 8,12$	$3,48^{Ab} \pm 5,74$	$0,57^{Ac} \pm 4,88$	$0,03^{Ac} \pm 4,59$
B84	$0^{Ac} \pm 0$	$11,65^{Aa} \pm 2,95$	$15,37^{Aa} \pm 6,40$	$7,07^{Ab} \pm 4,48$	$1,77^{Ac} \pm 4,99$	$-1,60^{Ac} \pm 2,69$

^{a,b,A,B} Médias seguidas de letras diferentes, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem entre si ($p < 0,05$).

Figura 13. Valores médios da variação do VP de cabras sadias às 0h, 1,5h (metade da infusão), 3h (término da infusão), 4,5h, 6h e 24h do início da infusão de soluções eletrolíticas contendo 28 ou 84 mEq/L de lactato (L28 e L84) ou de bicarbonato (B28 e B84).

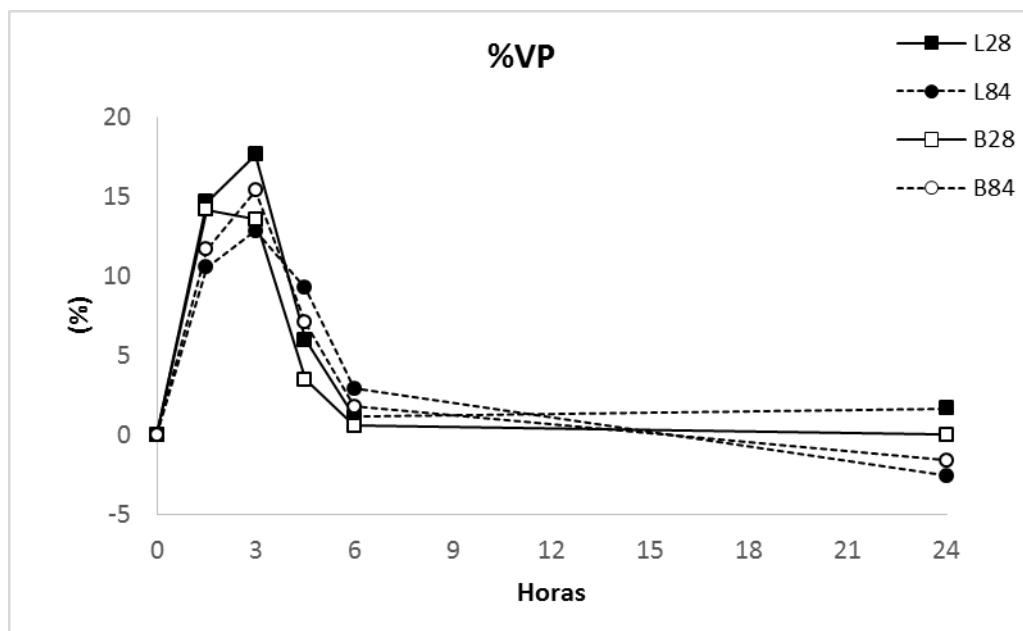


Tabela 14. Valores de média e desvio padrão ($\bar{x} \pm s$) do pH urinário de cabras sadias às 0h, 1,5h (metade da infusão), 3h (término da infusão), 4,5h e 6h do início da infusão de soluções eletrolíticas contendo 28 ou 84 mEq/L de lactato (L28 e L84) ou de bicarbonato (B28 e B84).

Solução	Início da infusão (0 hora)	Metade da infusão (1,5 horas)	Término da infusão (3 horas)	4,5 horas	6 horas
L28	8,01 ^{Aa} ± 0,16	7,43 ^{Ab} ± 0,22	7,68 ^{Aab} ± 0,23	7,75 ^{Bab} ± 0,19	7,92 ^{ABab} ± 0,11
L84	7,97 ^{Aa} ± 0,21	7,84 ^{Aab} ± 0,18	8,03 ^{Aa} ± 0,08	8,22 ^{Aa} ± 0,17	7,47 ^{Bb} ± 1,07
B28	7,90 ^{Aa} ± 0,29	7,65 ^{Aa} ± 0,13	7,77 ^{Aa} ± 0,17	7,89 ^{ABa} ± 0,08	7,92 ^{ABa} ± 0,15
B84	7,97 ^{Aa} ± 0,45	7,83 ^{Aa} ± 0,21	7,89 ^{Aa} ± 0,08	8,05 ^{ABa} ± 0,13	8,11 ^{Aa} ± 0,09

a,b,A,B Médias seguidas de letras diferentes, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem entre si ($p < 0,05$).

Figura 14. Valores médios da variação do pH urinário de cabras sadias às 0h, 1,5h (metade da infusão), 3h (término da infusão), 4,5h e 6h do início da infusão de soluções eletrolíticas contendo 28 ou 84 mEq/L de lactato (L28 e L84) ou de bicarbonato (B28 e B84).

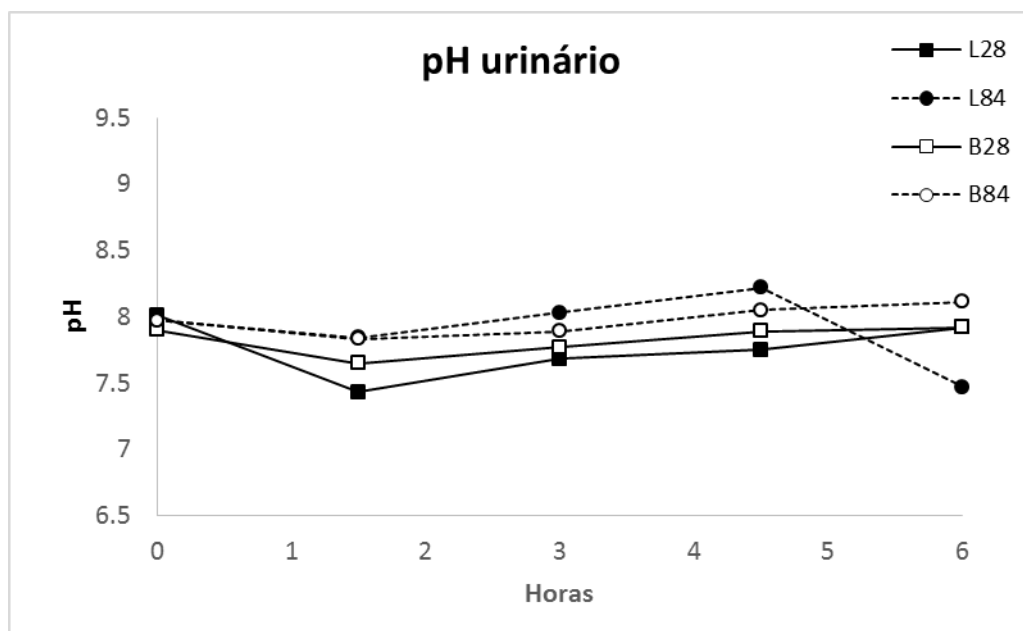


Tabela 15. Valores de média e desvio padrão ($\bar{x} \pm s$) da densidade urinária de cabras sadias às 0h, 1,5h (metade da infusão), 3h (término da infusão), 4,5h e 6h do início da infusão de soluções eletrolíticas contendo 28 ou 84 mEq/L de lactato (L28 e L84) ou de bicarbonato (B28 e B84).

Solução	Início da infusão (0 hora)	Metade da infusão (1,5 horas)	Término da infusão (3 horas)	4,5 horas	6 horas
L28	1017,33 ^{Ba} ±5,00	1004,00 ^{Ab} ±0	1004,33 ^{Ab} ±1,50	1009,66 ^{Aab} ±1,96	1014,00 ^{Aa} ±5,05
L84	1017,33 ^{Ba} ±8,26	1004,33 ^{Ab} ±0,81	1003,33 ^{Ab} ±1,63	1013,33 ^{Aa} ±4,50	1017,33 ^{Aa} ±7,76
B28	1019,00 ^{Ba} ±13,13	1004,66 ^{Ab} ±1,63	1004,00 ^{Ab} ±0	1009,33 ^{Aab} ±1,63	1014,00 ^{Aa} ±4,19
B84	1032,00 ^{Aa} ±11,02	1005,66 ^{Ac} ±2,33	1004,00 ^{Ac} ±1,26	1011,66 ^{Abc} ±3,20	1017,66 ^{Ab} ±5,42

a,b,A,B Médias seguidas de letras diferentes, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem entre si ($p < 0,05$).

Figura 15. Valores médios da variação da densidade urinária de cabras sadias às 0h, 1,5h (metade da infusão), 3h (término da infusão), 4,5h e 6h do início da infusão de soluções eletrolíticas contendo 28 ou 84 mEq/L de lactato (L28 e L84) ou de bicarbonato (B28 e B84).

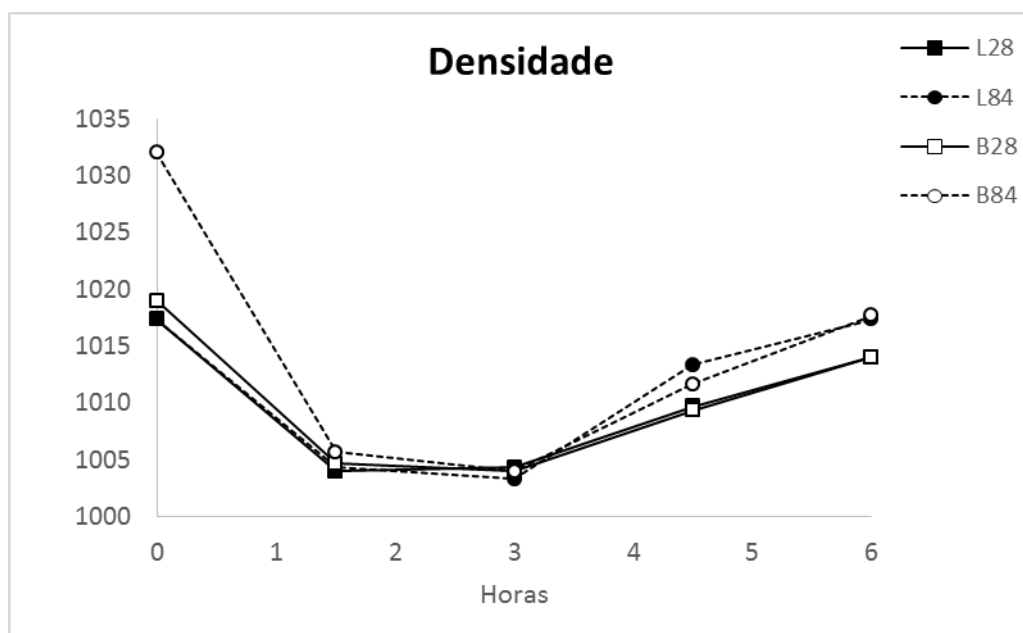


Tabela 16. Valores de média e desvio padrão ($\bar{x} \pm s$) da excreção fracionada de sódio (%) de cabras sadias às 0h, 1,5h (metade da infusão), 3h (término da infusão), 4,5h e 6h do início da infusão de soluções eletrolíticas contendo 28 ou 84 mEq/L de lactato (L28 e L84) ou de bicarbonato (B28 e B84).

Solução	Início da infusão (0 hora)	Metade da infusão (1,5 horas)	Término da infusão (3 horas)	4,5 horas	6 horas
L28	0,57 ^{Ab} ± 0,90	0,20 ^{Ab} ± 0,05	0,44 ^{Ab} ± 0,26	7,04 ^{Aa} ± 4,38	4,67 ^{Aa} ± 4,47
L84	0,16 ^{Ab} ± 0,15	0,35 ^{Ab} ± 0,10	0,67 ^{Ab} ± 0,18	5,66 ^{Aa} ± 5,41	2,90 ^{Aa} ± 1,33
B28	0,21 ^{Ab} ± 0,37	0,27 ^{Ab} ± 0,20	0,59 ^{Ab} ± 0,23	5,70 ^{Aa} ± 8,84	5,39 ^{Aa} ± 3,09
B84	0,09 ^{Ab} ± 0,17	0,35 ^{Ab} ± 0,07	0,59 ^{Ab} ± 0,14	5,25 ^{Aa} ± 1,92	3,60 ^{Aa} ± 0,77

a,b,A,B Médias seguidas de letras diferentes, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem entre si ($p < 0,05$).

Figura 16. Valores médios da variação da excreção fracionada de sódio de cabras sadias às 0h, 1,5h (metade da infusão), 3h (término da infusão), 4,5h e 6h do início da infusão de soluções eletrolíticas contendo 28 ou 84 mEq/L de lactato (L28 e L84) ou de bicarbonato (B28 e B84).

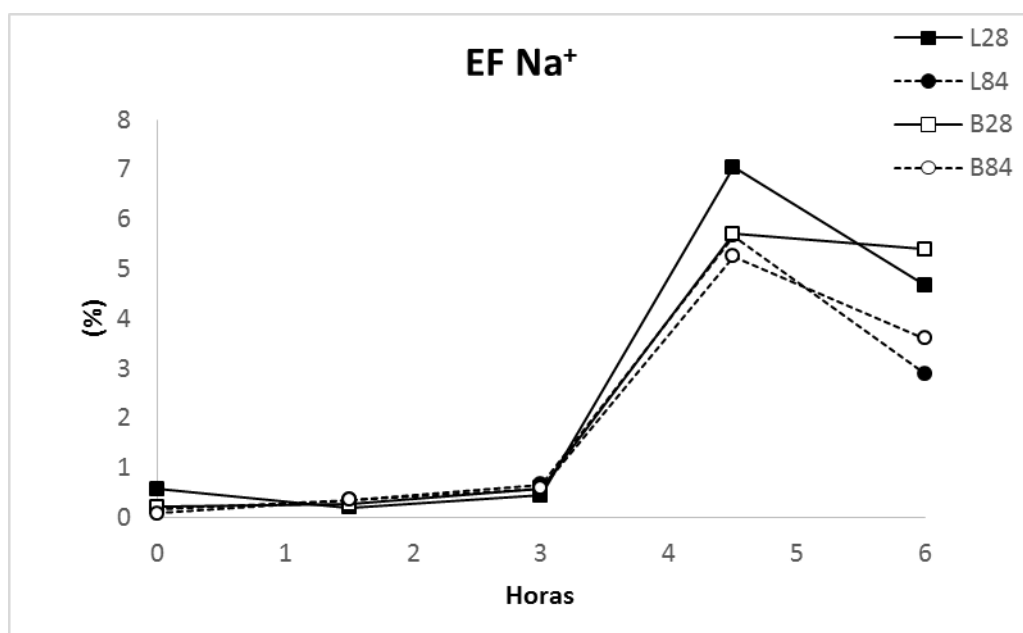


Tabela 17. Valores de média e desvio padrão ($x \pm s$) da excreção fracionada de potássio (%) de cabras sadias às 0h, 1,5h (metade da infusão), 3h (término da infusão), 4,5h e 6h do início da infusão de soluções eletrolíticas contendo 28 ou 84 mEq/L de lactato (L28 e L84) ou de bicarbonato (B28 e B84).

Solução	Início da infusão (0 hora)	Metade da infusão (1,5 horas)	Término da infusão (3 horas)	4,5 horas	6 horas
L28	117,94 ^{Aa} ± 105,96	4,21 ^{Ab} ± 1,36	3,05 ^{Ab} ± 0,87	51,83 ^{Aa} ± 34,12	28,89 ^{Aa} ± 20,84
L84	62,66 ^{Aa} ± 15,10	6,67 ^{Ab} ± 1,53	4,65 ^{Ab} ± 1,60	66,73 ^{Aa} ± 32,07	42,65 ^{Aa} ± 20,00
B28	34,15 ^{Aa} ± 22,83	3,12 ^{Ab} ± 1,76	2,92 ^{Ab} ± 1,17	57,17 ^{Aa} ± 93,46	35,11 ^{Aa} ± 14,30
B84	38,01 ^{Aa} ± 17,86	6,05 ^{Ab} ± 2,03	3,27 ^{Ab} ± 0,94	47,83 ^{Aa} ± 17,96	33,71 ^{Aa} ± 13,39

a,b,A,B Médias seguidas de letras diferentes, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem entre si ($p < 0,05$).

Figura 17. Valores médios da variação da excreção fracionada de potássio (%) de cabras sadias às 0h, 1,5h (metade da infusão), 3h (término da infusão), 4,5h e 6h do início da infusão de soluções eletrolíticas contendo 28 ou 84 mEq/L de lactato (L28 e L84) ou de bicarbonato (B28 e B84).

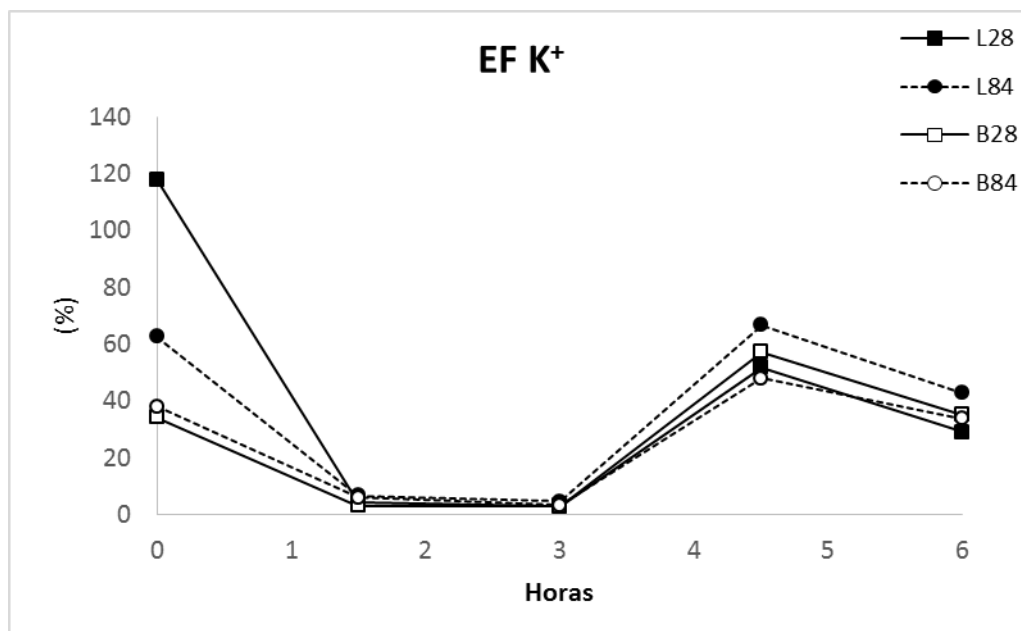


Tabela 18. Valores de média e desvio padrão ($\bar{x} \pm s$) da excreção fracionada de cloreto (%) de cabras sadias às 0h, 1,5h (metade da infusão), 3h (término da infusão), 4,5h e 6h do início da infusão de soluções eletrolíticas contendo 28 ou 84 mEq/L de lactato (L28 e L84) ou de bicarbonato (B28 e B84).

Solução	Início da infusão (0 hora)	Metade da infusão (1,5 horas)	Término da infusão (3 horas)	4,5 horas	6 horas
L28	3,34 ^{Ab} ± 2,58	0,28 ^{Ab} ± 0,07	0,62 ^{Ab} ± 0,15	8,74 ^{Aa} ± 5,17	5,89 ^{Aa} ± 6,05
L84	1,73 ^{Ab} ± 0,52	0,30 ^{Ab} ± 0,09	0,65 ^{Ab} ± 0,14	4,88 ^{Aa} ± 4,93	2,37 ^{Aa} ± 1,24
B28	1,50 ^{Ab} ± 1,16	0,32 ^{Ab} ± 0,22	0,63 ^{Ab} ± 0,14	7,44 ^{Aa} ± 11,42	6,62 ^{Aa} ± 3,45
B84	1,47 ^{Ab} ± 0,79	0,35 ^{Ab} ± 0,06	0,53 ^{Ab} ± 0,15	4,94 ^{Aa} ± 2,07	3,39 ^{Aa} ± 0,93

a,b,A,B Médias seguidas de letras diferentes, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem entre si ($p < 0,05$).

Figura 18. Valores médios da variação da excreção fracionada de cloreto (%) de cabras sadias às 0h, 1,5h (metade da infusão), 3h (término da infusão), 4,5h e 6h do início da infusão de soluções eletrolíticas contendo 28 ou 84 mEq/L de lactato (L28 e L84) ou de bicarbonato (B28 e B84).

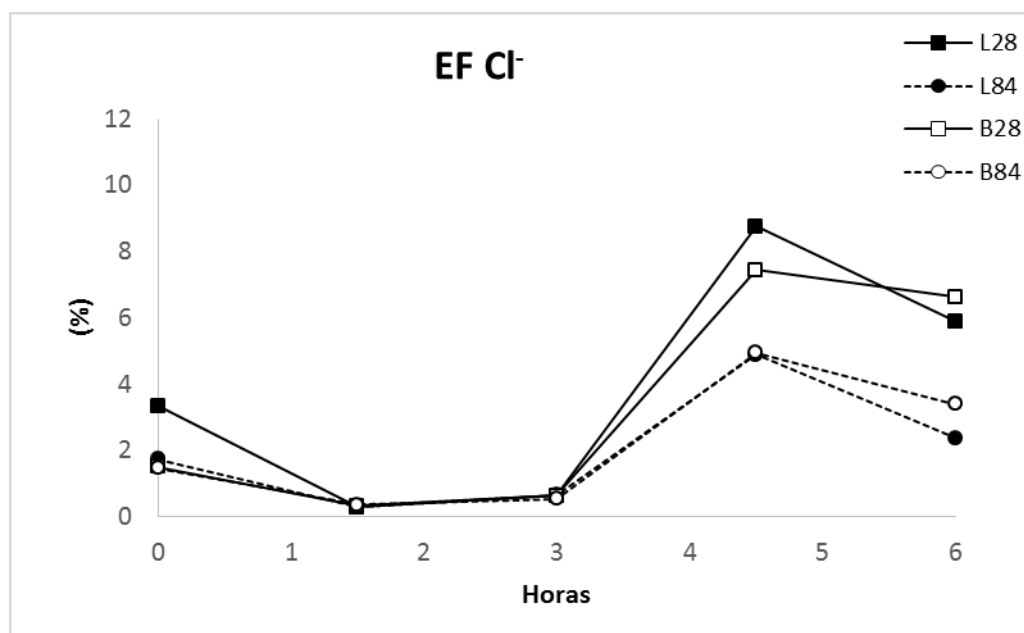


Tabela 19. Valores de média e desvio padrão ($\bar{x} \pm s$) da excreção fracionada de lactato L (%) de cabras sadias às 0h, 1,5h (metade da infusão), 3h (término da infusão), 4,5h e 6h do início da infusão de soluções eletrolíticas contendo 28 ou 84 mEq/L de lactato (L28 e L84) ou de bicarbonato (B28 e B84).

Solução	Início da infusão (0 hora)	Metade da infusão (1,5 horas)	Término da infusão (3 horas)	4,5 horas	6 horas
L28	0,62 ^{Ab} $\pm$ 0,78	0,08 ^{Ab} $\pm$ 0,07	0,12 ^{Ab} $\pm$ 0,77	1,49 ^{Aa} $\pm$ 0,86	1,14 ^{Aa} $\pm$ 1,13
L84	0,13 ^{Ab} $\pm$ 0,10	0,14 ^{Ab} $\pm$ 0,04	0,44 ^{Ab} $\pm$ 0,14	1,25 ^{Aa} $\pm$ 1,65	0,76 ^{Aa} $\pm$ 0,48
B28	0,20 ^{Ab} $\pm$ 0,33	0,38 ^{Ab} $\pm$ 0,31	0,60 ^{Ab} $\pm$ 0,38	0,97 ^{Aa} $\pm$ 0,94	1,14 ^{Aa} $\pm$ 0,43
B84	0,07 ^{Ab} $\pm$ 0,03	0,30 ^{Ab} $\pm$ 0,08	0,23 ^{Ab} $\pm$ 0,15	1,26 ^{Aa} $\pm$ 0,54	0,38 ^{Aa} $\pm$ 0,49

a,b,A,B Médias seguidas de letras diferentes, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem entre si ($p < 0,05$).

Figura 19. Valores médios da variação da excreção fracionada de lactato L (%) de cabras sadias às 0h, 1,5h (metade da infusão), 3h (término da infusão), 4,5h e 6h do início da infusão de soluções eletrolíticas contendo 28 ou 84 mEq/L de lactato (L28 e L84) ou de bicarbonato (B28 e B84).

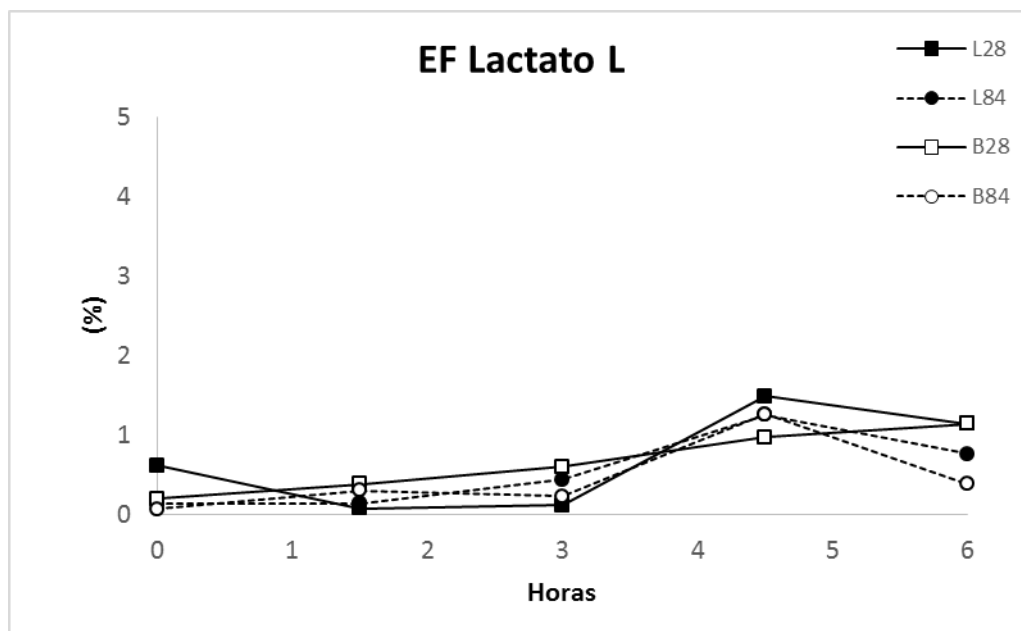


Tabela 20. Valores de média e desvio padrão ($\bar{x} \pm s$) da temperatura retal, frequência cardíaca, frequência respiratória e frequência dos movimentos ruminais de cabras sadias às 0h, 1,5h (metade da infusão), 3h (término da infusão), 4,5h, 6h e 24h do início da infusão de soluções eletrolíticas contendo 28 ou 84 mEq/L de lactato (L28 e L84) ou de bicarbonato (B28 e B84).

Solução	Início da infusão (0 hora)	Metade da infusão (1,5 horas)	Término da infusão (3 horas)	4,5 horas	6 horas	24 horas
Temperatura (°C)						
L28	38,32 ^{Ab} ±0,21	39,90 ^{Aa} ±0,31	39,03 ^{Aa} ±0,36	39,03 ^{Aa} ±0,21	39,03 ^{Aa} ±0,23	38,83 ^{Aa} ±0,36
L84	38,48 ^{Ab} ±0,38	38,93 ^{Aa} ±0,37	39,07 ^{Aa} ±0,32	39,23 ^{Aa} ±0,32	39,22 ^{Aa} ±0,39	38,83 ^{Aa} ±0,33
B28	38,17 ^{Ab} ±0,48	38,90 ^{Aa} ±0,49	39,05 ^{Aa} ±0,34	39,28 ^{Aa} ±0,35	39,08 ^{Aa} ±0,35	38,85 ^{Aa} ±0,41
B84	38,55 ^{Ab} ±0,24	39,02 ^{Aa} ±0,24	39,15 ^{Aa} ±0,38	39,03 ^{Aa} ±0,27	39,02 ^{Aa} ±0,32	38,96 ^{Aa} ±0,20
FC (bpm)						
L28	98,00 ^{Aa} ±8,39	101,33 ^{Aa} ±19,75	98,33 ^{Aa} ±15,41	94,67 ^{Aa} ±12,56	90,67 ^{Aa} ±16,33	94,00 ^{Aa} ±2,31
L84	98,67 ^{Aa} ±10,71	106,67 ^{Aa} ±18,32	102,67 ^{Aa} ±6,02	105,67 ^{Aa} ±13,76	105,00 ^{Aa} ±9,27	99,60 ^{Aa} ±2,19
B28	82,33 ^{Aa} ±15,20	90,33 ^{Aa} ±12,55	93,33 ^{Aa} ±15,47	100,67 ^{Aa} ±5,89	98,00 ^{Aa} ±10,66	103,67 ^{Aa} ±11,34
B84	90,67 ^{Aa} ±12,75	98,00 ^{Aa} ±9,72	99,33 ^{Aa} ±17,28	104,67 ^{Aa} ±38,98	90,67 ^{Aa} ±18,14	96,20 ^{Aa} ±0,12
FR (mpm)						
L28	27,67 ^{Aa} ±5,43	25,67 ^{Aa} ±7,42	25,50 ^{Aa} ±4,81	30,67 ^{Aa} ±5,47	34,00 ^{Aa} ±10,28	29,00 ^{Aa} ±6,00
L84	33,00 ^{Aa} ±7,77	29,00 ^{Aa} ±6,90	29,50 ^{Aa} ±8,04	33,83 ^{Aa} ±5,67	37,17 ^{Aa} ±13,21	36,00 ^{Aa} ±7,35
B28	29,67 ^{Aa} ±5,43	34,00 ^{Aa} ±9,63	28,67 ^{Aa} ±4,80	30,67 ^{Aa} ±4,13	28,67 ^{Aa} ±3,27	27,33 ^{Aa} ±4,50
B84	31,33 ^{Aa} ±7,23	27,00 ^{Aa} ±5,62	30,67 ^{Aa} ±5,47	33,67 ^{Aa} ±2,66	34,00 ^{Aa} ±3,35	35,20 ^{Aa} ±4,60
MR (5 min)						
L28	6,83 ^{Aa} ±3,43	6,33 ^{Ab} ±1,63	6,17 ^{Ac} ±1,72	7,17 ^{Aa} ±2,04	6,50 ^{Aa} ±2,17	6,33 ^{Ab} ±1,63
L84	7,83 ^{Aa} ±1,72	6,50 ^{Ab} ±2,43	5,83 ^{Ac} ±2,04	7,33 ^{Aa} ±2,80	6,67 ^{Aa} ±2,07	7,20 ^{Ab} ±0,84
B28	7,17 ^{Aa} ±1,47	5,50 ^{Ab} ±1,05	6,00 ^{Ac} ±1,41	6,83 ^{Aa} ±1,47	6,67 ^{Aa} ±1,21	7,33 ^{Ab} ±1,63
B84	7,50 ^{Aa} ±1,05	6,17 ^{Ab} ±2,40	6,00 ^{Ac} ±1,67	8,00 ^{Aa} ±1,67	7,83 ^{Aa} ±1,17	7,20 ^{Ab} ±1,78

a,b,A,B Médias seguidas de letras diferentes, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem entre si ($p < 0,05$).

Tabela 21. Valores de média e desvio padrão ($\bar{x} \pm s$) do pH sanguíneo de cabras portadoras de ALRA com acidose metabólica às -16h (antes da indução), 0h, 2h (metade da infusão), 4h (término da infusão), 6h, 12h e 24h do início da infusão de soluções eletrolíticas contendo 84 mEq/L de lactato (L84) ou de bicarbonato (B84).

Solução	Antes da indução (-16 horas)	Início da infusão (0 hora)	Metade da infusão (2 horas)	Término da infusão (4 horas)	6 horas	12 horas	24 horas
L84	7,407 ^{Ab} ± 0,01	7,275 ^{Ac} ± 0,08	7,438 ^{Aab} ± 0,04	7,471 ^{Aa} ± 0,07	7,467 ^{Aab} ± 0,06	7,444 ^{Ab} ± 0,02	7,401 ^{Ab} ± 0,03
B84	7,394 ^{Ab} ± 0,01	7,232 ^{Ac} ± 0,08	7,448 ^{Aab} ± 0,03	7,512 ^{Aa} ± 0,04	7,464 ^{Aab} ± 0,06	7,421 ^{Ab} ± 0,05	7,419 ^{Ab} ± 0,03

^{a,b,A,B} Médias seguidas de letras diferentes, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem entre si ($p < 0,05$).

Figura 21. Valores médios da variação do pH sanguíneo de cabras portadoras de ALRA com acidose metabólica às -16h (antes da indução), 0h, 2h (metade da infusão), 4h (término da infusão), 6h, 12h e 24h do início da infusão de soluções eletrolíticas contendo 84 mEq/L de lactato (L84) ou de bicarbonato (B84).

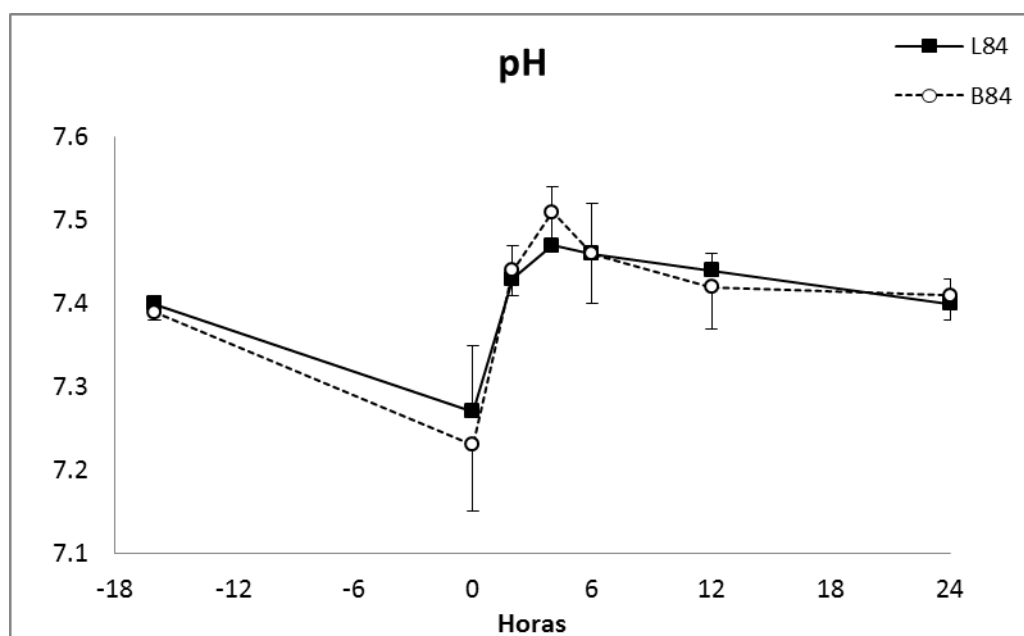


Tabela 22. Valores de média e desvio padrão ($\bar{x} \pm s$) da $p\text{CO}_2$ sanguínea (mmHg) de cabras portadoras de ALRA com acidose metabólica às -16h (antes da indução), 0h, 2h (metade da infusão), 4h (término da infusão), 6h, 12h e 24h do início da infusão de soluções eletrolíticas contendo 84 mEq/L de lactato (L84) ou de bicarbonato (B84).

Solução	Antes da indução (-16 horas)	Início da infusão (0 hora)	Metade da infusão (2 horas)	Término da infusão (4 horas)	6 horas	12 horas	24 horas
L84	39,06 ^{Aa} $\pm$ 3,28	36,88 ^{Ab} $\pm$ 4,63	36,51 ^{Ab} $\pm$ 5,20	36,58 ^{Ab} $\pm$ 5,24	37,88 ^{Ab} $\pm$ 3,31	34,30 ^{Ab} $\pm$ 2,09	35,45 ^{Ab} $\pm$ 4,11
B84	41,45 ^{Aa} $\pm$ 2,47	34,03 ^{Ab} $\pm$ 2,76	32,34 ^{Ab} $\pm$ 3,15	35,23 ^{Ab} $\pm$ 3,00	33,88 ^{Ab} $\pm$ 3,29	33,06 ^{Ab} $\pm$ 3,31	34,28 ^{Ab} $\pm$ 2,28

^{a,b,A,B} Médias seguidas de letras diferentes, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem entre si ($p < 0,05$).

Figura 22. Valores médios da variação da $p\text{CO}_2$ sanguínea de cabras portadoras de ALRA com acidose metabólica às -16h (antes da indução), 0h, 2h (metade da infusão), 4h (término da infusão), 6h, 12h e 24h do início da infusão de soluções eletrolíticas contendo 84 mEq/L de lactato (L84) ou de bicarbonato (B84).

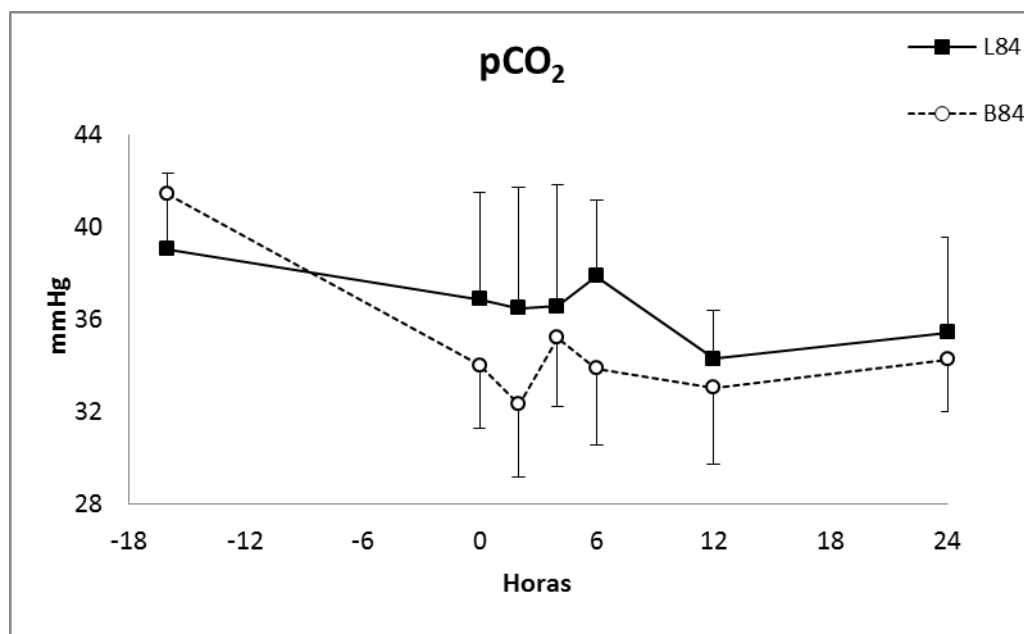


Tabela 23. Valores de média e desvio padrão ($\bar{x} \pm s$) do HCO_3^- sanguíneo (mmol/L) de cabras portadoras de ALRA com acidose metabólica às -16h (antes da indução), 0h, 2h (metade da infusão), 4h (término da infusão), 6h, 12h e 24h do início da infusão de soluções eletrolíticas contendo 84 mEq/L de lactato (L84) ou de bicarbonato (B84).

Solução	Antes da indução (-16 horas)	Início da infusão (0 hora)	Metade da infusão (2 horas)	Término da infusão (4 horas)	6 horas	12 horas	24 horas
L84	24,06 ^{Abc} ±1,70	16,03 ^{Ad} ±2,27	23,80 ^{Abc} ±1,83	26,88 ^{Aa} ±2,30	26,84 ^{Aab} ±3,37	23,05 ^{Ac} ±1,94	23,27 ^{Abc} ±2,09
B84	24,38 ^{Abc} ±0,98	14,40 ^{Ad} ±2,27	23,13 ^{Abc} ±1,98	27,26 ^{Aa} ±3,08	23,80 ^{Aab} ±3,11	21,06 ^{Ac} ±2,77	22,76 ^{Abc} ±2,42

^{a,b,A,B} Médias seguidas de letras diferentes, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem entre si ($p < 0,05$).

Figura 23. Valores médios da variação do HCO_3^- sanguíneo de cabras portadoras de ALRA com acidose metabólica às -16h (antes da indução), 0h, 2h (metade da infusão), 4h (término da infusão), 6h, 12h e 24h do início da infusão de soluções eletrolíticas contendo 84 mEq/L de lactato (L84) ou de bicarbonato (B84).

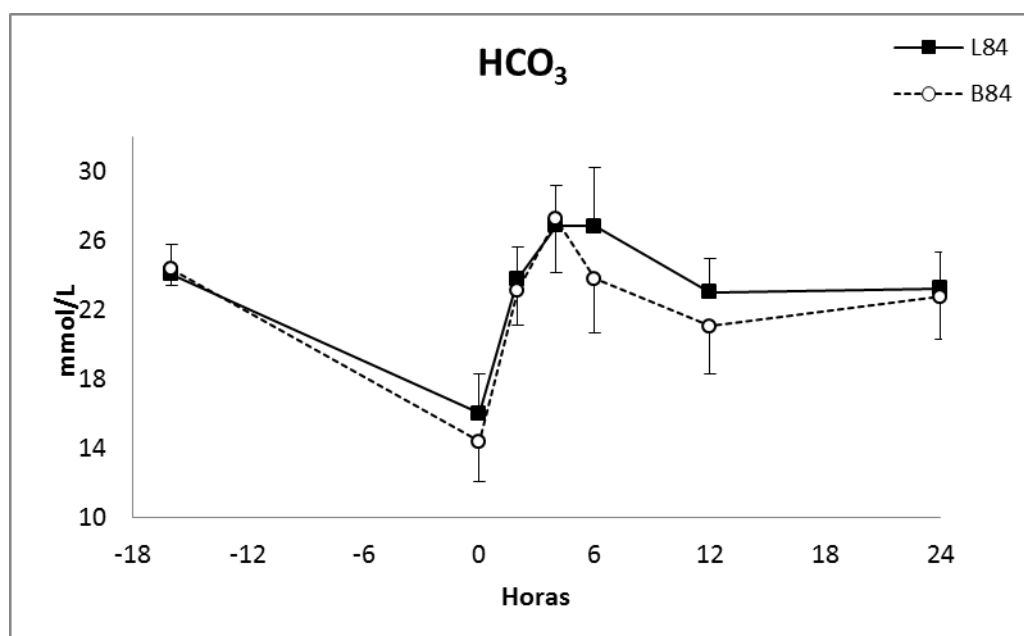


Tabela 24. Valores de média e desvio padrão ($\bar{x} \pm s$) do excesso de bases (BE) sanguíneo (mmol/L) de cabras portadoras de ALRA com acidose metabólica às -16h (antes da indução), 0h, 2h (metade da infusão), 4h (término da infusão), 6h, 12h e 24h do início da infusão de soluções eletrolíticas contendo 84 mEq/L de lactato (L84) ou de bicarbonato (B84).

Solução	Antes da indução (-16 horas)	Início da infusão (0 hora)	Metade da infusão (2 horas)	Término da infusão (4 horas)	6 horas	12 horas	24 horas
L84	-0,61 ^{Abc} ±1,71	-11,56 ^{Ad} ±3,23	-1,37 ^{Abc} ±1,62	3,71 ^{Aa} ±3,19	3,14 ^{Aab} ±4,14	-1,02 ^{Ac} ±2,22	-1,47 ^{Abc} ±1,90
B84	-0,51 ^{Abc} ±0,99	-13,33 ^{Ad} ±3,92	-1,16 ^{Abc} ±3,10	4,40 ^{Aa} ±3,57	0,04 ^{Aab} ±3,96	-3,04 ^{Ac} ±3,47	-2,51 ^{Abc} ±2,66

^{a,b,A,B} Médias seguidas de letras diferentes, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem entre si ($p < 0,05$).

Figura 24. Valores médios da variação do excesso de bases (BE) sanguíneo de cabras portadoras de ALRA com acidose metabólica às -16h (antes da indução), 0h, 2h (metade da infusão), 4h (término da infusão), 6h, 12h e 24h do início da infusão de soluções eletrolíticas contendo 84 mEq/L de lactato (L84) ou de bicarbonato (B84).

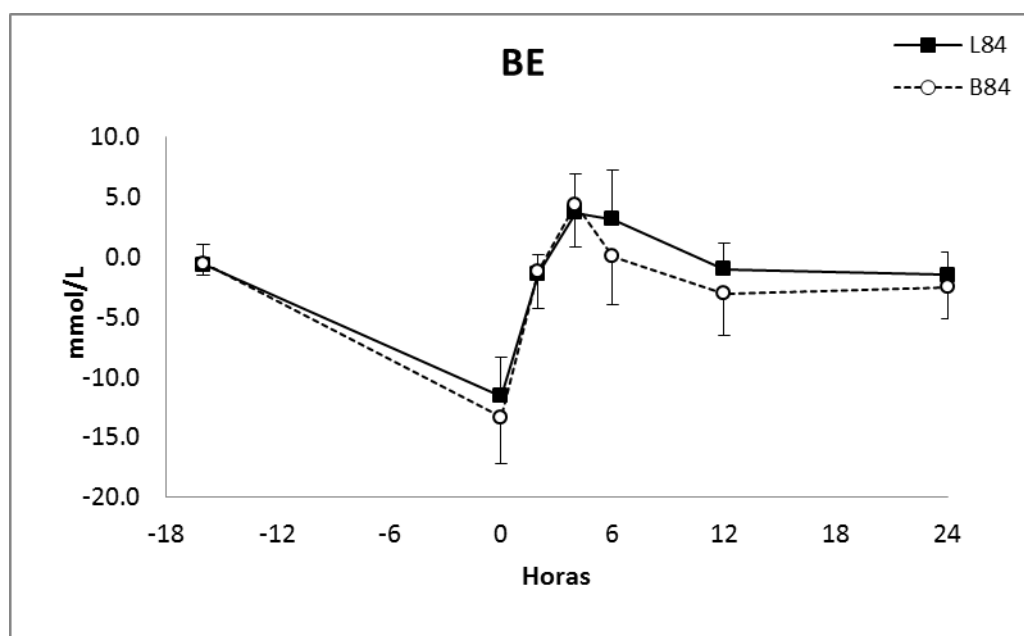


Tabela 25. Valores de média e desvio padrão ($x \pm s$) do sódio sanguíneo (mmol/L) de cabras portadoras de ALRA com acidose metabólica às -16h (antes da indução), 0h, 2h (metade da infusão), 4h (término da infusão), 6h, 12h e 24h do início da infusão de soluções eletrolíticas contendo 84 mEq/L de lactato (L84) ou de bicarbonato (B84).

Solução	Antes da indução (-16 horas)	Início da infusão (0 hora)	Metade da infusão (2 horas)	Término da infusão (4 horas)	6 horas	12 horas	24 horas
L84	144,25 ^{Aab} ±1,17	146,00 ^{Aa} ±4,23	141,85 ^{Abc} ±2,95	142,88 ^{Abc} ±2,65	143,56 ^{Abc} ±2,34	140,2 ^{Abc} ± 2,25	139,92 ^{Ac} ±3,89
B84	144,33 ^{Aab} ±1,95	147,70 ^{Aa} ±3,20	142,66 ^{Abc} ±2,51	143,58 ^{Abc} ±2,84	143,40 ^{Abc} ±2,88	140,76 ^{Abc} ±4,14	140,18 ^{Ac} ±4,50

^{a,b,A,B} Médias seguidas de letras diferentes, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem entre si ($p < 0,05$).

Figura 25. Valores médios da variação do sódio sanguíneo de cabras portadoras de ALRA com acidose metabólica às -16h (antes da indução), 0h, 2h (metade da infusão), 4h (término da infusão), 6h, 12h e 24h do início da infusão de soluções eletrolíticas contendo 84 mEq/L de lactato (L84) ou de bicarbonato (B84).

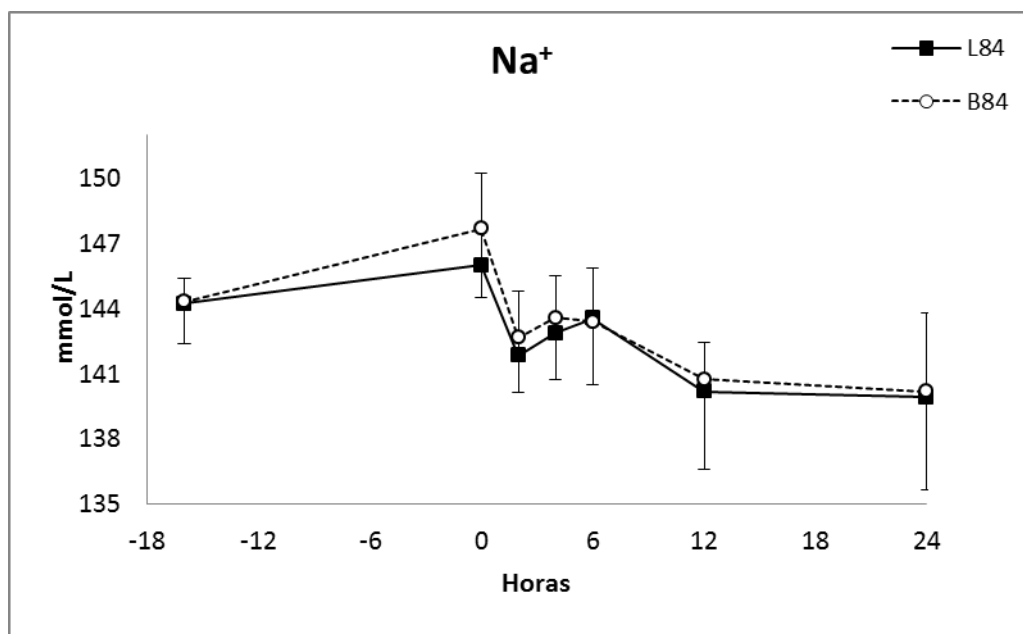


Tabela 26. Valores de média e desvio padrão ($\bar{x} \pm s$) do potássio sanguíneo (mmol/L) de cabras portadoras de ALRA com acidose metabólica às -16h (antes da indução), 0h, 2h (metade da infusão), 4h (término da infusão), 6h, 12h e 24h do início da infusão de soluções eletrolíticas contendo 84 mEq/L de lactato (L84) ou de bicarbonato (B84).

Solução	Antes da indução (-16 horas)	Início da infusão (0 hora)	Metade da infusão (2 horas)	Término da infusão (4 horas)	6 horas	12 horas	24 horas
L84	3,90 ^{Aa} ±0,38	3,73 ^{Aab} ±0,82	2,91 ^{Ac} ±0,74	3,00 ^{Ac} ±0,93	2,91 ^{Ac} ±0,92	3,07 ^{Abc} ±0,36	2,82 ^{Abc} ±0,36
B84	4,20 ^{Aa} ±0,31	3,66 ^{Aab} ±0,32	2,71 ^{Ac} ±0,34	2,55 ^{Ac} ±0,16	2,79 ^{Ac} ±0,32	3,22 ^{Abc} ±0,40	3,15 ^{Abc} ±0,40

^{a,b,A,B} Médias seguidas de letras diferentes, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem entre si ($p < 0,05$).

Figura 26. Valores médios da variação do potássio sanguíneo de cabras portadoras de ALRA com acidose metabólica às -16h (antes da indução), 0h, 2h (metade da infusão), 4h (término da infusão), 6h, 12h e 24h do início da infusão de soluções eletrolíticas contendo 84 mEq/L de lactato (L84) ou de bicarbonato (B84).

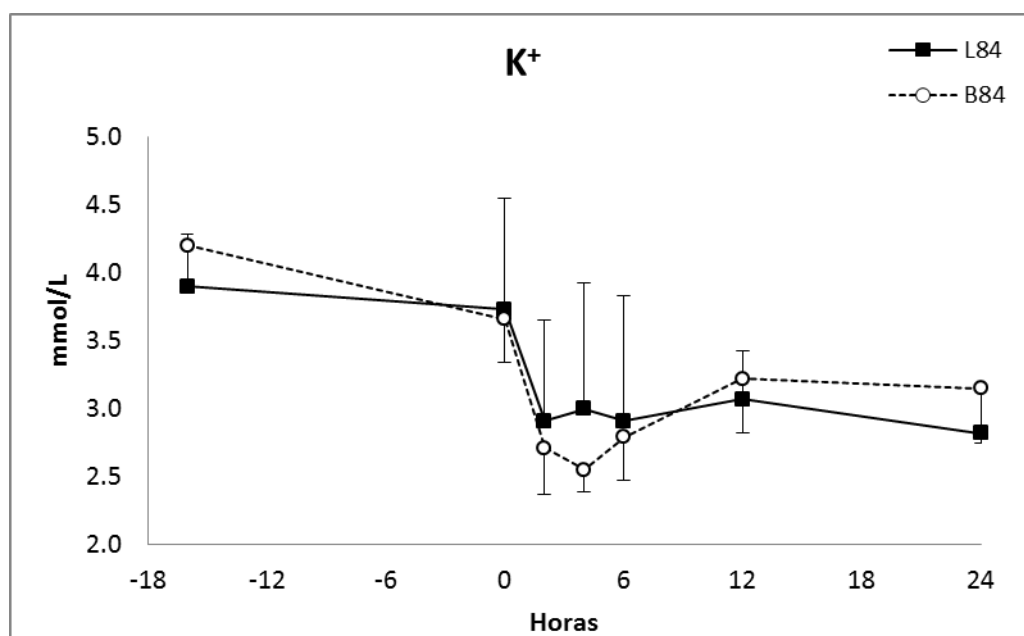


Tabela 27. Valores de média e desvio padrão ($\bar{x} \pm s$) do cloreto sanguíneo (mmol/L) de cabras portadoras de ALRA com acidose metabólica às -16h (antes da indução), 0h, 2h (metade da infusão), 4h (término da infusão), 6h, 12h e 24h do início da infusão de soluções eletrolíticas contendo 84 mEq/L de lactato (L84) ou de bicarbonato (B84).

Solução	Antes da indução (-16 horas)	Início da infusão (0 hora)	Metade da infusão (2 horas)	Término da infusão (4 horas)	6 horas	12 horas	24 horas
L84	107,03 ^{Ab} ±2,19	111,81 ^{Aa} ±4,62	103,93 ^{Ac} ±3,38	102,96 ^{Ac} ±3,74	103,68 ^{Abc} ±3,80	105,77 ^{Abc} ±2,96	104,10 ^{Abc} ±2,12
B84	106,53 ^{Ab} ±2,49	111,63 ^{Aa} ±2,97	103,54 ^{Ac} ±3,62	103,71 ^{Ac} ±3,94	104,40 ^{Abc} ±3,64	105,71 ^{Abc} ±4,69	103,90 ^{Abc} ±7,72

a,b,A,B Médias seguidas de letras diferentes, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem entre si ($p < 0,05$).

Figura 27. Valores médios da variação do cloreto sanguíneo de cabras portadoras de ALRA com acidose metabólica às -16h (antes da indução), 0h, 2h (metade da infusão), 4h (término da infusão), 6h, 12h e 24h do início da infusão de soluções eletrolíticas contendo 84 mEq/L de lactato (L84) ou de bicarbonato (B84).

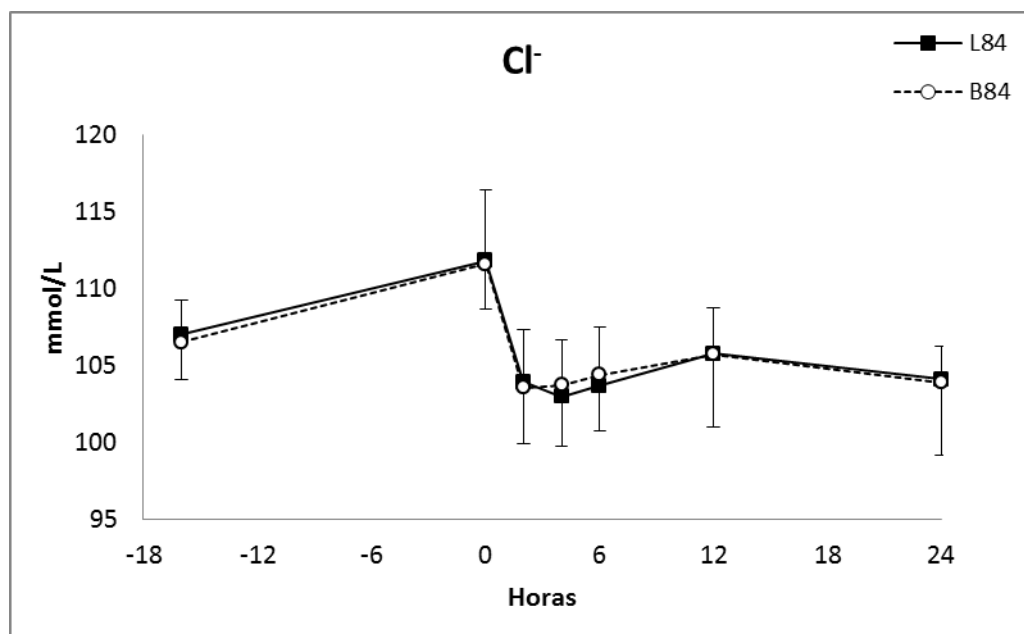


Tabela 28. Valores de média e desvio padrão ($\bar{x} \pm s$) do SID_3 sanguíneo (mmol/L) de cabras portadoras de ALRA com acidose metabólica às -16h (antes da indução), 0h, 2h (metade da infusão), 4h (término da infusão), 6h, 12h e 24h do início da infusão de soluções eletrolíticas contendo 84 mEq/L de lactato (L84) ou de bicarbonato (B84).

Solução	Antes da indução (-16 horas)	Início da infusão (0 hora)	Metade da infusão (2 horas)	Término da infusão (4 horas)	6 horas	12 horas	24 horas
L84	41,20 ^{Aab} ±1,58	37,91 ^{Abc} ±4,41	40,82 ^{Aabc} ±2,59	42,92 ^{Aa} ±1,49	42,79 ^{Aab} ±1,07	37,49 ^{Ac} ±0,73	38,65 ^{Aabc} ±4,92
B84	42,09 ^{Aab} ±1,40	39,73 ^{Abc} ±2,00	41,83 ^{Aabc} ±1,89	42,42 ^{Aa} ±3,70	41,79 ^{Aab} ±1,40	38,27 ^{Ac} ±1,90	39,84 ^{Aabc} ±2,38

^{a,b,A,B} Médias seguidas de letras diferentes, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem entre si ($p < 0,05$).

Figura 28. Valores médios da variação do SID_3 sanguíneo de cabras portadoras de ALRA com acidose metabólica às -16h (antes da indução), 0h, 2h (metade da infusão), 4h (término da infusão), 6h, 12h e 24h do início da infusão de soluções eletrolíticas contendo 84 mEq/L de lactato (L84) ou de bicarbonato (B84).

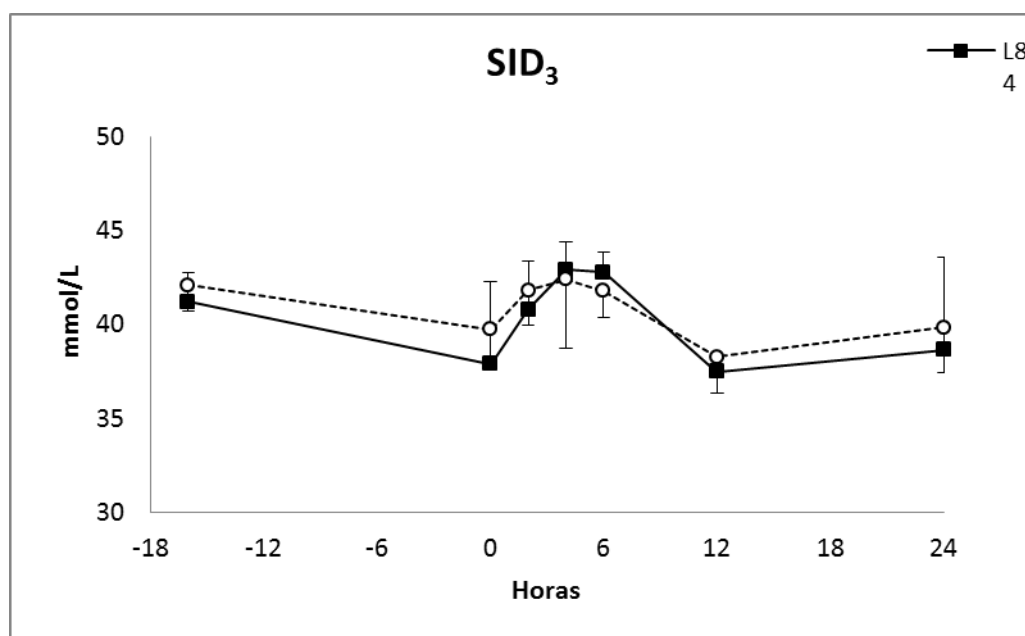


Tabela 29. Valores de média e desvio padrão ($\bar{x} \pm s$) do Lactato L sanguíneo (mmol/L) de cabras portadoras de ALRA com acidose metabólica às -16h (antes da indução), 0h, 2h (metade da infusão), 4h (término da infusão), 6h, 12h e 24h do início da infusão de soluções eletrolíticas contendo 84 mEq/L de lactato (L84) ou de bicarbonato (B84).

Solução	Antes da indução (-16 horas)	Início da infusão (0 hora)	Metade da infusão (2 horas)	Término da infusão (4 horas)	6 horas	12 horas	24 horas
L84	0,63 ^{Ac} ±0,50	2,03 ^{Abc} ±0,69	7,87 ^{Aa} ±0,76	9,35 ^{Aa} ±1,28	3,01 ^{Ab} ±1,13	1,00 ^{Ac} ±0,67	0,64 ^{Ac} ±0,28
B84	0,36 ^{Ac} ±0,49	2,18 ^{Aa} ±1,16	2,11 ^{Bab} ±1,49	2,58 ^{Ba} ±2,12	2,05 ^{Bab} ±2,06	1,16 ^{Aabc} ±0,66	0,61 ^{Abc} ±0,53

^{a,b,A,B} Médias seguidas de letras diferentes, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem entre si ($p < 0,05$).

Figura 29. Valores médios da variação do Lactato L sanguíneo de cabras portadoras de ALRA com acidose metabólica às -16h (antes da indução), 0h, 2h (metade da infusão), 4h (término da infusão), 6h, 12h e 24h do início da infusão de soluções eletrolíticas contendo 84 mEq/L de lactato (L84) ou de bicarbonato (B84).

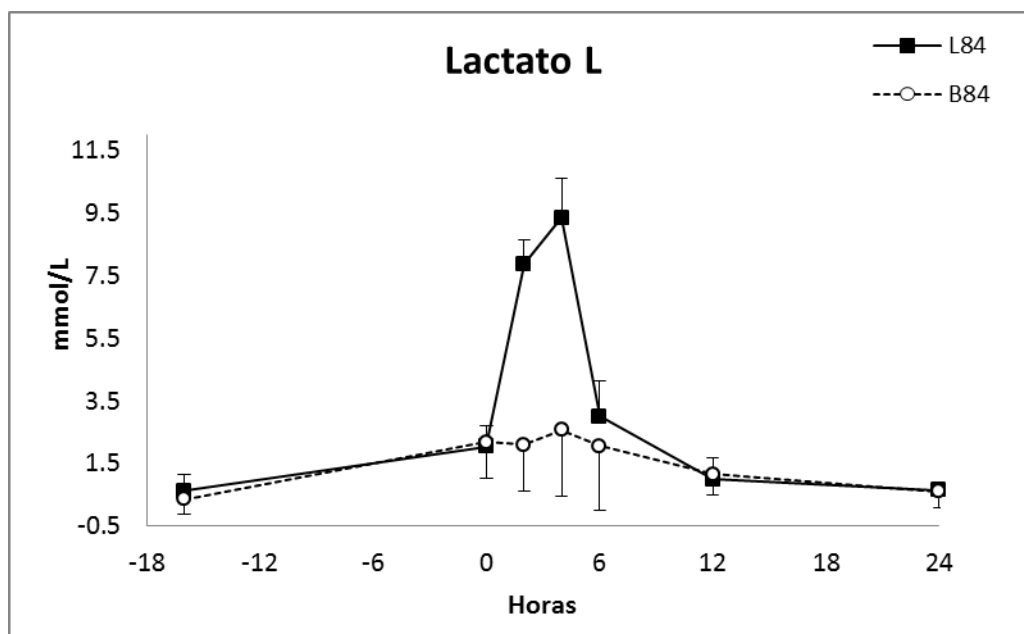


Tabela 30. Valores de média e desvio padrão ($\bar{x} \pm s$) do Lactato D (mmol/L) de cabras portadoras de ALRA com acidose metabólica às -16h (antes da indução), 0h, 2h (metade da infusão), 4h (término da infusão), 6h, 12h e 24h do início da infusão de soluções eletrolíticas contendo 84 mEq/L de lactato (L84) ou de bicarbonato (B84).

Solução	Antes da indução (-16 horas)	Início da infusão (0 hora)	Metade da infusão (2 horas)	Término da infusão (4 horas)	6 horas	12 horas	24 horas
L84	0,15 ^{Ab} ±0,02	0,44 ^{Aa} ±0,03	0,44 ^{Aa} ±0,13	0,49 ^{Aa} ±0,06	0,44 ^{Aa} ±0,04	0,23 ^{Ab} ±0,06	0,21 ^{Ab} ±0,03
B84	0,15 ^{Ab} ±0,05	0,47 ^{Aa} ±0,05	0,48 ^{Aa} ±0,10	0,45 ^{Aa} ±0,06	0,44 ^{Aa} ±0,06	0,22 ^{Ab} ±0,04	0,24 ^{Ab} ±0,19

^{a,b,A,B} Médias seguidas de letras diferentes, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem entre si ($p < 0,05$).

Figura 30. Valores médios da variação do Lactato D sanguíneo de cabras portadoras de ALRA com acidose metabólica às -16h (antes da indução), 0h, 2h (metade da infusão), 4h (término da infusão), 6h, 12h e 24h do início da infusão de soluções eletrolíticas contendo 84 mEq/L de lactato (L84) ou de bicarbonato (B84).

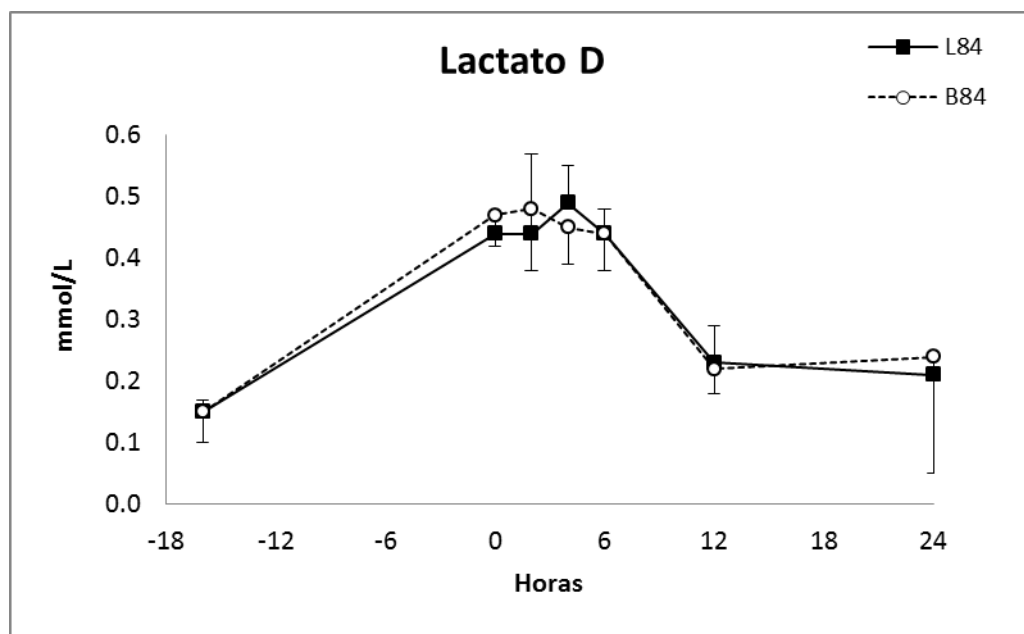


Tabela 31. Valores de média e desvio padrão ($\bar{x} \pm s$) do AG (mmol/L) de cabras portadoras de ALRA com acidose metabólica às -16h (antes da indução), 0h, 2h (metade da infusão), 4h (término da infusão), 6h, 12h e 24h do início da infusão de soluções eletrolíticas contendo 84 mEq/L de lactato (L84) ou de bicarbonato (B84).

Solução	Antes da indução (-16 horas)	Início da infusão (0 hora)	Metade da infusão (2 horas)	Término da infusão (4 horas)	6 horas	12 horas	24 horas
L84	17,05 ^{Ab} ±2,08	21,88 ^{Aa} ±4,26	17,02 ^{Ab} ±3,73	16,13 ^{Ab} ±1,76	15,95 ^{Ab} ±3,62	14,44 ^{Ab} ±2,39	15,37 ^{Ab} ±5,98
B84	17,70 ^{Ab} ±1,85	25,33 ^{Aa} ±1,80	18,70 ^{Ab} ±2,61	15,15 ^{Ab} ±6,21	17,99 ^{Ab} ±2,03	17,20 ^{Ab} ±2,17	17,20 ^{Ab} ±2,17

^{a,b,A,B} Médias seguidas de letras diferentes, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem entre si ($p < 0,05$).

Figura 31. Valores médios da variação do AG sanguíneo de cabras portadoras de ALRA com acidose metabólica às -16h (antes da indução), 0h, 2h (metade da infusão), 4h (término da infusão), 6h, 12h e 24h do início da infusão de soluções eletrolíticas contendo 84 mEq/L de lactato (L84) ou de bicarbonato (B84).

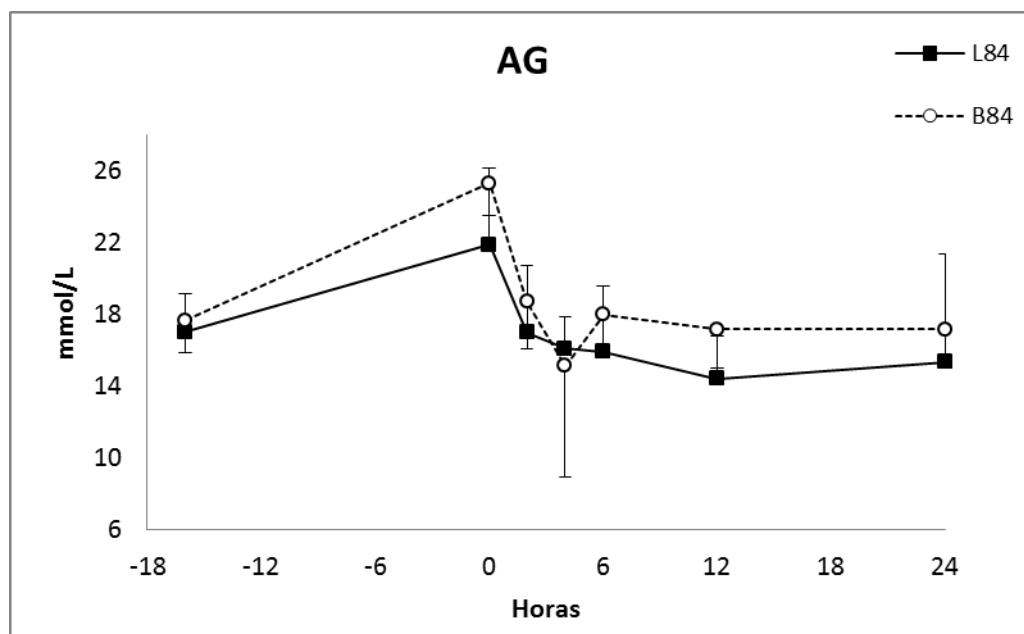


Tabela 32. Valores de média e desvio padrão ($\bar{x} \pm s$) do SIG (mmol/L) de cabras portadoras de ALRA com acidose metabólica às -16h (antes da indução), 0h, 2h (metade da infusão), 4h (término da infusão), 6h, 12h e 24h do início da infusão de soluções eletrolíticas contendo 84 mEq/L de lactato (L84) ou de bicarbonato (B84).

Solução	Antes da indução (-16 horas)	Início da infusão (0 hora)	Metade da infusão (2 horas)	Término da infusão (4 horas)	6 horas	12 horas	24 horas
L84	-2,22 ^{Aa} ±1,79	-6,80 ^{Ab} ±4,34	-5,73 ^{Aab} ±3,74	-3,59 ^{Aa} ±2,06	-2,06 ^{Aa} ±4,33	0,03 ^{Aa} ±1,58	1,16 ^{Aa} ±6,48
B84	-2,70 ^{Aa} ±1,47	-10,93 ^{Ab} ±2,12	-6,12 ^{Aab} ±2,91	-2,71 ^{Aa} ±6,00	-4,82 ^{Aa} ±2,15	-3,18 ^{Aa} ±1,78	-2,87 ^{Aa} ±1,81

^{a,b,A,B} Médias seguidas de letras diferentes, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem entre si ($p < 0,05$).

Figura 32. Valores médios da variação do SIG sanguíneo de cabras portadoras de ALRA com acidose metabólica às -16h (antes da indução), 0h, 2h (metade da infusão), 4h (término da infusão), 6h, 12h e 24h do início da infusão de soluções eletrolíticas contendo 84 mEq/L de lactato (L84) ou de bicarbonato (B84).

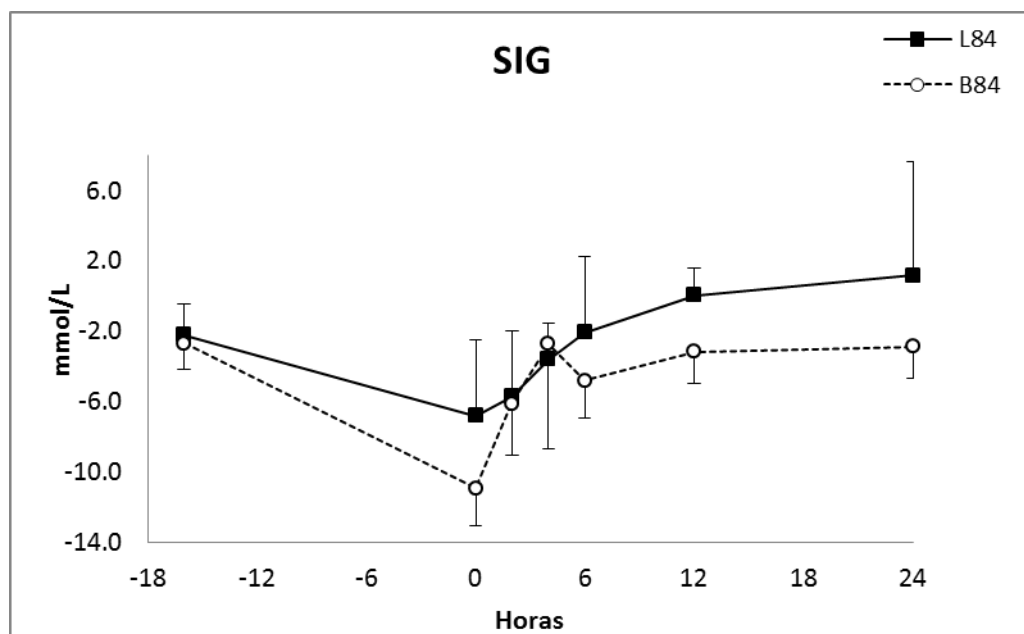


Tabela 33. Valores de média e desvio padrão ($\bar{x} \pm s$) da PPT (g/dL) de cabras portadoras de ALRA com acidose metabólica às -16h (antes da indução), 0h, 2h (metade da infusão), 4h (término da infusão), 6h, 12h e 24h do início da infusão de soluções eletrolíticas contendo 84 mEq/L de lactato (L84) ou de bicarbonato (B84).

Solução	Antes da indução (-16 horas)	Início da infusão (0 hora)	Metade da infusão (2 horas)	Término da infusão (4 horas)	6 horas	12 horas	24 horas
L84	6,16 ^{Ab} ±0,32	7,20 ^{Aa} ±0,28	5,33 ^{Acd} ±0,62	5,16 ^{Ad} ±0,40	5,56 ^{Ac} ±0,42	5,96 ^{Ab} ±0,48	6,28 ^{Ab} ±0,50
B84	6,30 ^{Ab} ±0,51	7,20 ^{Aa} ±0,64	5,20 ^{Acd} ±0,63	4,93 ^{Ad} ±0,32	5,48 ^{Ac} ±0,43	5,96 ^{Ab} ±0,46	6,10 ^{Ab} ±0,50

^{a,b,A,B} Médias seguidas de letras diferentes, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem entre si ($p < 0,05$).

Figura 33. Valores médios da variação da PPT sanguíneo de cabras portadoras de ALRA com acidose metabólica às -16h (antes da indução), 0h, 2h (metade da infusão), 4h (término da infusão), 6h, 12h e 24h do início da infusão de soluções eletrolíticas contendo 84 mEq/L de lactato (L84) ou de bicarbonato (B84).

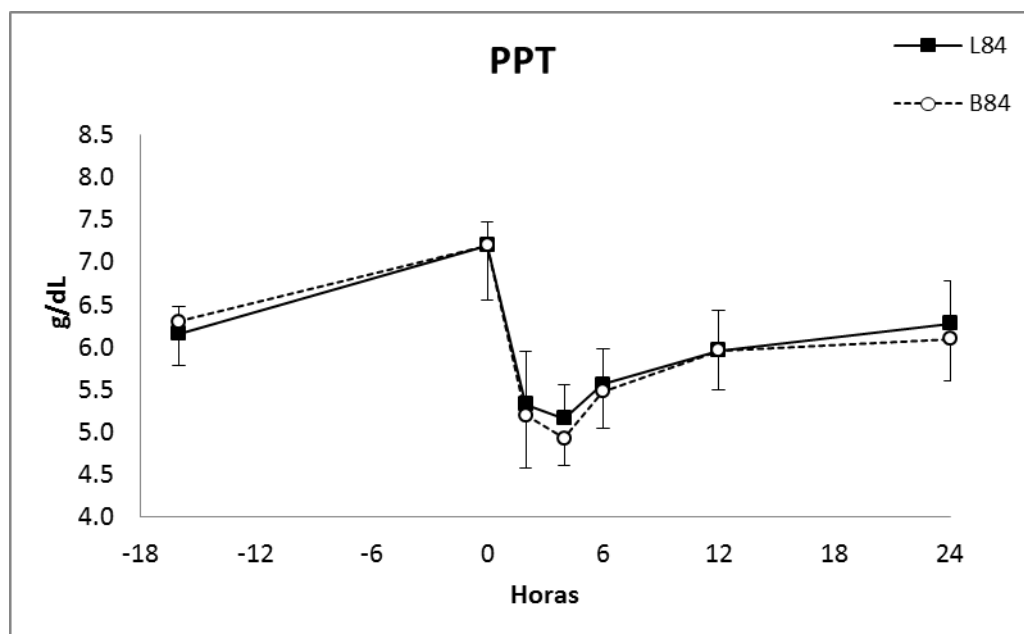


Tabela 34. Valores de média e desvio padrão ($\bar{x} \pm s$) do A_{tot} (mmol/L) de cabras portadoras de ALRA com acidose metabólica às -16h (antes da indução), 0h, 2h (metade da infusão), 4h (término da infusão), 6h, 12h e 24h do início da infusão de soluções eletrolíticas contendo 84 mEq/L de lactato (L84) ou de bicarbonato (B84).

Solução	Antes da indução (-16 horas)	Início da infusão (0 hora)	Metade da infusão (2 horas)	Término da infusão (4 horas)	6 horas	12 horas	24 horas
L84	22,20 ^{Ab} ±1,15	25,92 ^{Aa} ±1,01	19,20 ^{Acd} ±2,26	18,60 ^{Ad} ±1,47	20,04 ^{Ac} ±1,53	21,48 ^{Ab} ±1,72	22,62 ^{Ab} ±1,82
B84	22,68 ^{Ab} ±1,86	25,92 ^{Aa} ±2,32	18,72 ^{Acd} ±2,27	17,76 ^{Ad} ±1,17	19,74 ^{Ac} ±1,55	21,48 ^{Ab} ±1,66	21,96 ^{Ab} ±1,80

^{a,b,A,B} Médias seguidas de letras diferentes, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem entre si ($p < 0,05$).

Figura 34. Valores médios da variação do A_{tot} sanguíneo de cabras portadoras de ALRA com acidose metabólica às -16h (antes da indução), 0h, 2h (metade da infusão), 4h (término da infusão), 6h, 12h e 24h do início da infusão de soluções eletrolíticas contendo 84 mEq/L de lactato (L84) ou de bicarbonato (B84).

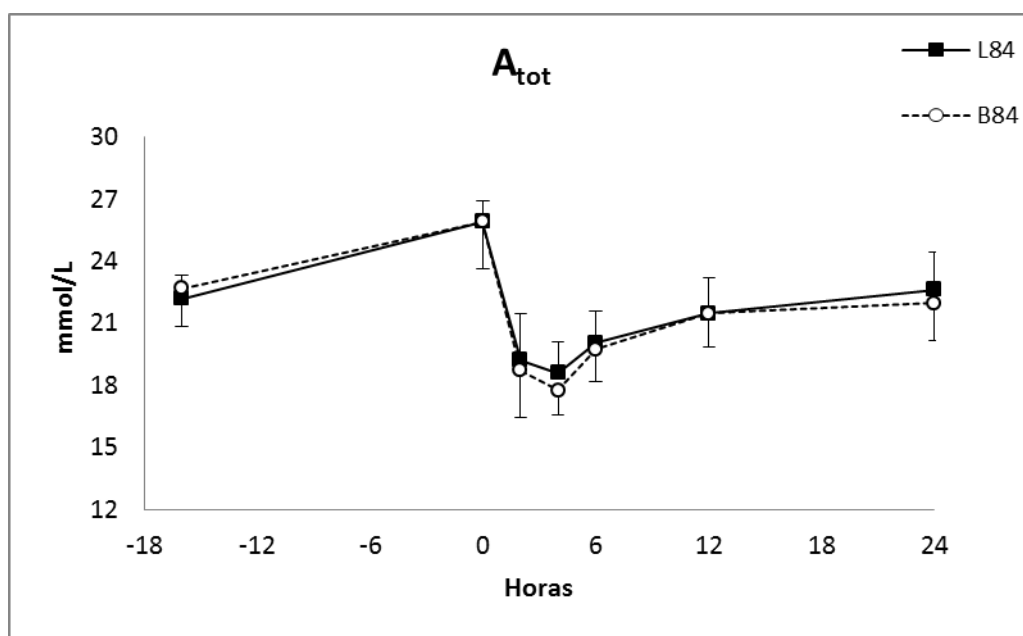


Tabela 35. Valores de média e desvio padrão ($x \pm s$) da variação do volume plasmático (VP) (%) de cabras portadoras de ALRA com acidose metabólica às -16h (antes da indução), 0h, 2h (metade da infusão), 4h (término da infusão), 6h, 12h e 24h do início da infusão de soluções eletrolíticas contendo 84 mEq/L de lactato (L84) ou de bicarbonato (B84).

Solução	Antes da indução (-16 horas)	Início da infusão (0 hora)	Metade da infusão (2 horas)	Término da infusão (4 horas)	6 horas	12 horas	24 horas
L84	0 ^{Ac} ±0	-14,37 ^{Ad} ±2,16	16,87 ^{Aab} ±13,70	19,71 ^{Aa} ±7,13	11,05 ^{Ab} ±5,75	3,82 ^{Ac} ±8,66	-1,39 ^{Ac} ±8,47
B84	0 ^{Ac} ±0	-12,33 ^{Ad} ±4,61	21,70 ^{Aab} ±6,67	27,65 ^{Aa} ±4,55	15,00 ^{Ab} ±5,96	5,08 ^{Ac} ±6,49	3,37 ^{Ac} ±4,86

a,b,A,B Médias seguidas de letras diferentes, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem entre si ($p < 0,05$).

Figura 35. Valores médios da variação do VP de cabras portadoras de ALRA com acidose metabólica às -16h (antes da indução), 0h, 2h (metade da infusão), 4h (término da infusão), 6h, 12h e 24h do início da infusão de soluções eletrolíticas contendo 84 mEq/L de lactato (L84) ou de bicarbonato (B84).

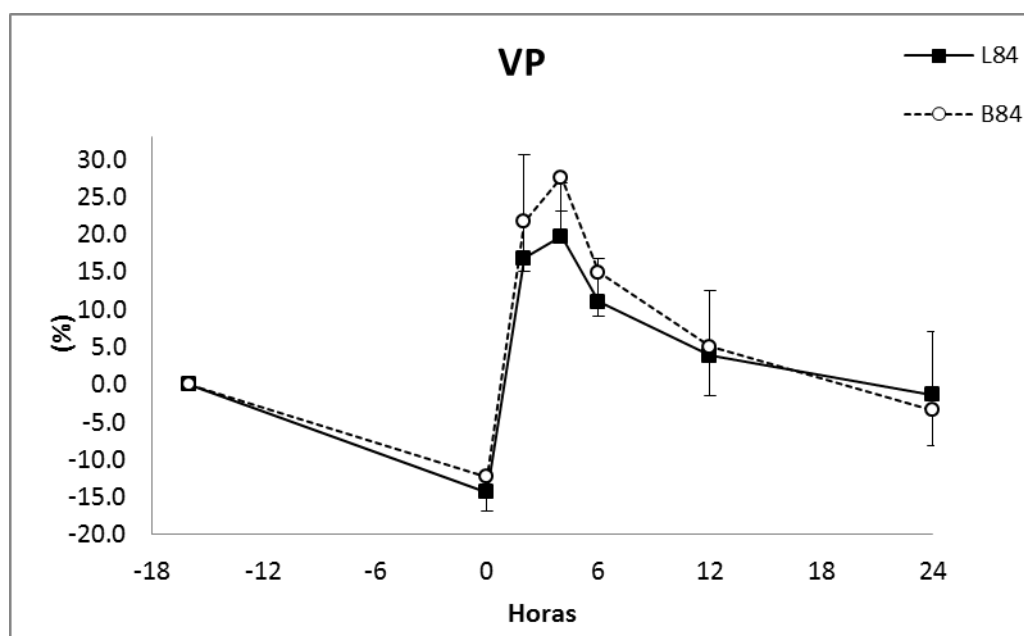


Tabela 36. Valores de média e desvio padrão ($\bar{x} \pm s$) do pH urinário de cabras portadoras de ALRA com acidose metabólica às -16h (antes da indução), 0h, 2h (metade da infusão), 4h (término da infusão), 6h, 12h e 24h do início da infusão de soluções eletrolíticas contendo 84 mEq/L de lactato (L84) ou de bicarbonato (B84).

Solução	Antes da indução (-16 horas)	Início da infusão (0 hora)	Metade da infusão (2 horas)	Término da infusão (4 horas)	6 horas	12 horas	24 horas
L84	8,00 ^{Aa} ±0,20	5,42 ^{Ad} ±0,34	6,11 ^{Acd} ±0,85	7,17 ^{Aab} ±1,11	7,35 ^{Aab} ±0,78	7,11 ^{Abc} ±0,31	7,05 ^{Ac} ±0,46
B84	8,11 ^{Aa} ±0,14	5,49 ^{Ad} ±0,71	6,64 ^{Acd} ±0,73	7,45 ^{Aab} ±0,58	7,80 ^{Aab} ±0,47	7,14 ^{Abc} ±0,39	6,85 ^{Ac} ±0,57

^{a,b,A,B} Médias seguidas de letras diferentes, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem entre si ($p < 0,05$).

Figura 36. Valores médios da variação do pH urinário de cabras portadoras de ALRA com acidose metabólica às -16h (antes da indução), 0h, 2h (metade da infusão), 4h (término da infusão), 6h, 12h e 24h do início da infusão de soluções eletrolíticas contendo 84 mEq/L de lactato (L84) ou de bicarbonato (B84).

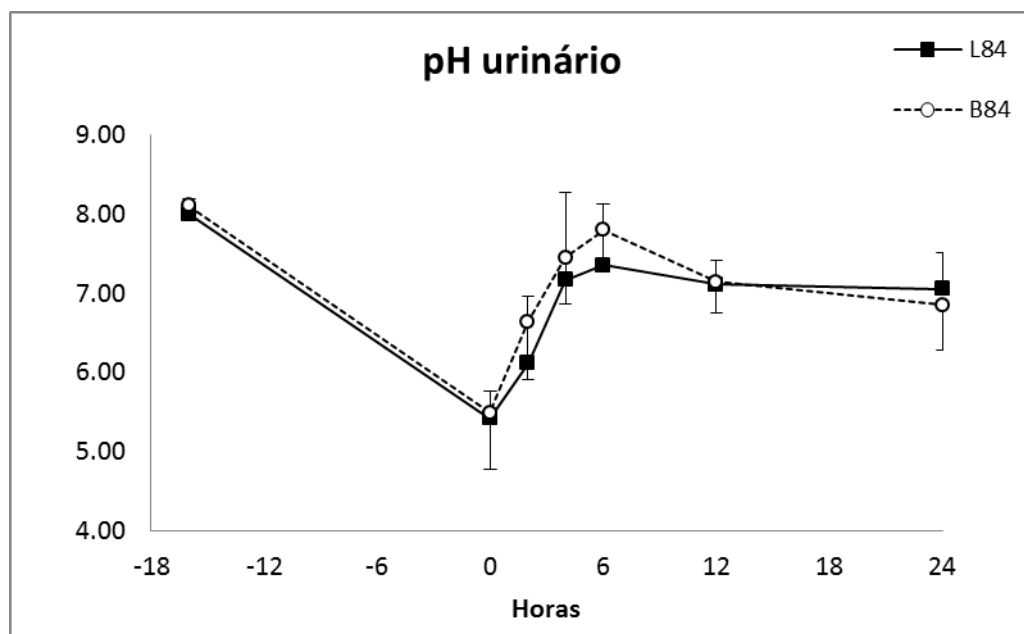


Tabela 37. Valores de média e desvio padrão ($\bar{x} \pm s$) da densidade urinária de cabras portadoras de ALRA com acidose metabólica às -16h (antes da indução), 0h, 2h (metade da infusão), 4h (término da infusão), 6h, 12h e 24h do início da infusão de soluções eletrolíticas contendo 84 mEq/L de lactato (L84) ou de bicarbonato (B84).

Solução	Antes da indução (-16 horas)	Início da infusão (0 hora)	Metade da infusão (2 horas)	Término da infusão (4 horas)	6 horas	12 horas	24 horas
L84	1029 ^{Aa} ±14,51	1024 ^{Aa} ±17,30	1005 ^{Aa} ±7,55	1002 ^{Aa} ±2,94	1012 ^{Aa} ±6,06	1013 ^{Aa} ±5,77	1022 ^{Aa} ±21,80
B84	1036 ^{Aa} ±11,73	1032 ^{Aa} ±18,11	1002 ^{Aa} ±2,42	1004 ^{Aa} ±3,44	1009 ^{Aa} ±6,22	1017 ^{Aa} ±9,83	1015 ^{Aa} ±10,60

^{a,b,A,B} Médias seguidas de letras diferentes, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem entre si ($p < 0,05$).

Figura 37. Valores médios da variação da densidade urinária de cabras portadoras de ALRA com acidose metabólica às -16h (antes da indução), 0h, 2h (metade da infusão), 4h (término da infusão), 6h, 12h e 24h do início da infusão de soluções eletrolíticas contendo 84 mEq/L de lactato (L84) ou de bicarbonato (B84).

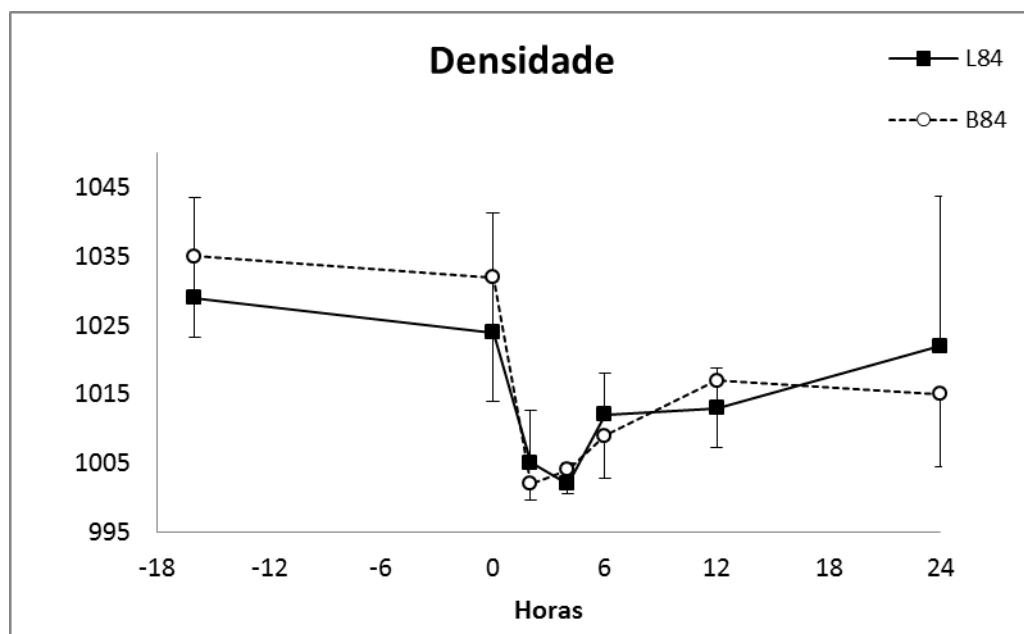


Tabela 38. Valores de média e desvio padrão ($x \pm s$) da excreção fracionada de sódio (%) de cabras portadoras de ALRA com acidose metabólica às -16h (antes da indução), 0h, 2h (metade da infusão), 4h (término da infusão), 6h, 12h e 24h do início da infusão de soluções eletrolíticas contendo 84 mEq/L de lactato (L84) ou de bicarbonato (B84).

Solução	Antes da indução (-16 horas)	Início da infusão (0 hora)	Metade da infusão (2 horas)	Término da infusão (4 horas)	6 horas	12 horas	24 horas
L84	0,04 ^{Ab} ±0,04	0,06 ^{Ab} ±0,04	1,21 ^{Ab} ±1,20	5,36 ^{Aa} ± 2,52	0,54 ^{Ab} ±0,58	0,17 ^{Ab} ±0,21	0,02 ^{Ab} ±0,02
B84	0,43 ^{Ab} ±0,85	0,48 ^{Ab} ±0,76	1,51 ^{Ab} ±1,62	3,58 ^{Aa} ±2,57	0,99 ^{Ab} ±1,08	0,16 ^{Ab} ±0,10	0,02 ^{Ab} ±0,01

^{a,b,A,B} Médias seguidas de letras diferentes, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem entre si ($p < 0,05$).

Figura 38. Valores médios da variação da excreção fracionada de sódio de cabras portadoras de ALRA com acidose metabólica às -16h (antes da indução), 0h, 2h (metade da infusão), 4h (término da infusão), 6h, 12h e 24h do início da infusão de soluções eletrolíticas contendo 84 mEq/L de lactato (L84) ou de bicarbonato (B84).

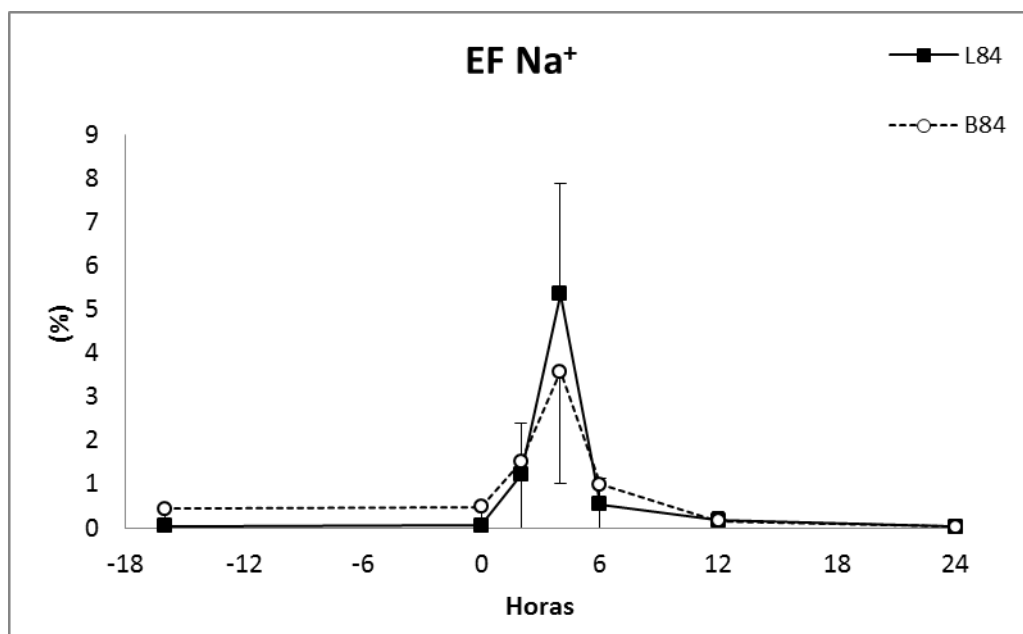


Tabela 39. Valores de média e desvio padrão ($x \pm s$) da excreção fracionada de potássio (%) de cabras portadoras de ALRA com acidose metabólica às -16h (antes da indução), 0h, 2h (metade da infusão), 4h (término da infusão), 6h, 12h e 24h do início da infusão de soluções eletrolíticas contendo 84 mEq/L de lactato (L84) ou de bicarbonato (B84).

Solução	Antes da indução (-16 horas)	Início da infusão (0 hora)	Metade da infusão (2 horas)	Término da infusão (4 horas)	6 horas	12 horas	24 horas
L84	17,95 ^{Aab} ±6,98	13,53 ^{Aab} ±2,70	28,00 ^{Aa} ±11,40	25,96 ^{Aa} ±16,56	6,78 ^{Abc} ±3,95	5,69 ^{Ac} ±6,96	1,85 ^{Ac} ±0,55
B84	22,39 ^{Aab} ±18,85	13,89 ^{Aab} ±7,73	26,93 ^{Aa} ±10,52	21,80 ^{Aa} ±12,34	10,74 ^{Abc} ±7,26	5,20 ^{Ac} ±3,45	2,11 ^{Ac} ±1,05

a,b,A,B Médias seguidas de letras diferentes, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem entre si ($p < 0,05$).

Figura 39. Valores médios da variação da excreção fracionada de potássio de cabras portadoras de ALRA com acidose metabólica às -16h (antes da indução), 0h, 2h (metade da infusão), 4h (término da infusão), 6h, 12h e 24h do início da infusão de soluções eletrolíticas contendo 84 mEq/L de lactato (L84) ou de bicarbonato (B84).

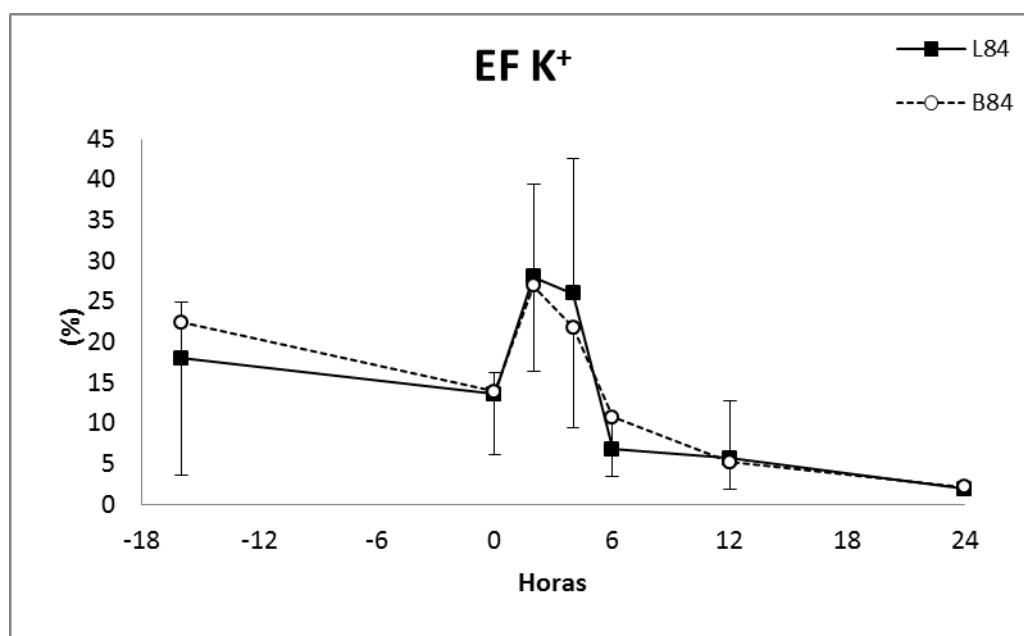


Tabela 40. Valores de média e desvio padrão ($\bar{x} \pm s$) da excreção fracionada de cloreto (%) de cabras portadoras de ALRA com acidose metabólica às -16h (antes da indução), 0h, 2h (metade da infusão), 4h (término da infusão), 6h, 12h e 24h do início da infusão de soluções eletrolíticas contendo 84 mEq/L de lactato (L84) ou de bicarbonato (B84).

Solução	Antes da indução (-16 horas)	Início da infusão (0 hora)	Metade da infusão (2 horas)	Término da infusão (4 horas)	6 horas	12 horas	24 horas
L84	0,84 ^{Ab} ±0,30	0,28 ^{Ab} ±0,16	1,74 ^{Ab} ± 1,27	4,74 ^{Aa} ±2,94	0,60 ^{Ab} ±0,61	0,31 ^{Ab} ±0,34	0,28 ^{Ab} ±0,14
B84	1,28 ^{Ab} ± 1,29	0,76 ^{Ab} ±0,71	2,17 ^{Ab} ±1,84	3,80 ^{Aa} ±2,64	1,21 ^{Ab} ±1,13	0,35 ^{Ab} ±0,11	0,14 ^{Ab} ±0,06

^{a,b,A,B} Médias seguidas de letras diferentes, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem entre si ($p < 0,05$).

Figura 40. Valores médios da variação da excreção fracionada de cloreto de cabras portadoras de ALRA com acidose metabólica às -16h (antes da indução), 0h, 2h (metade da infusão), 4h (término da infusão), 6h, 12h e 24h do início da infusão de soluções eletrolíticas contendo 84 mEq/L de lactato (L84) ou de bicarbonato (B84).

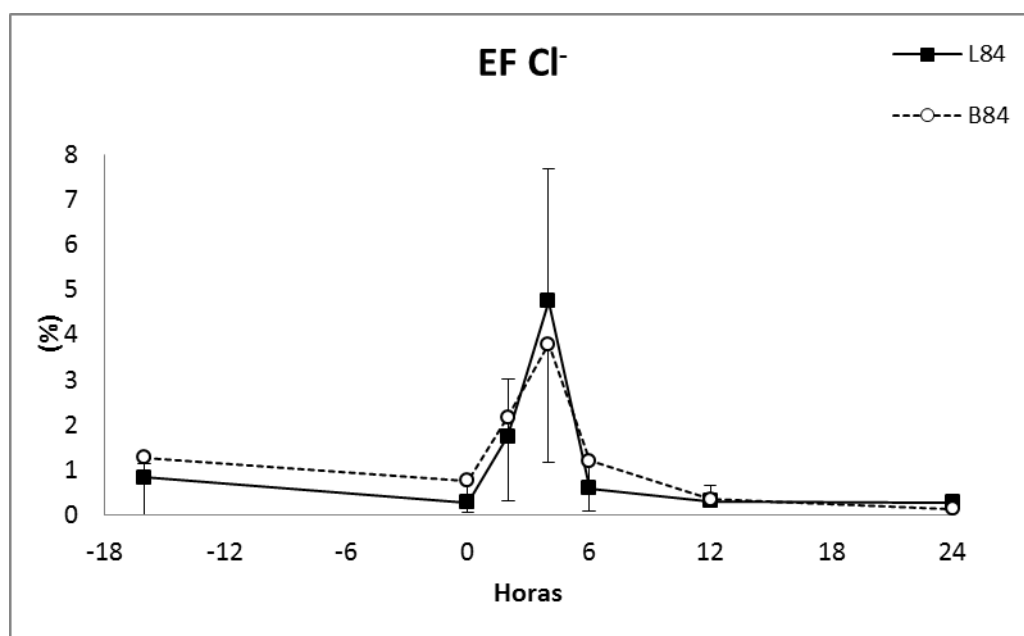


Tabela 41. Valores de média e desvio padrão ($\bar{x} \pm s$) da excreção fracionada de lactato L (%) de cabras portadoras de ALRA com acidose metabólica às -16h (antes da indução), 0h, 2h (metade da infusão), 4h (término da infusão), 6h, 12h e 24h do início da infusão de soluções eletrolíticas contendo 84 mEq/L de lactato (L84) ou de bicarbonato (B84).

Solução	Antes da indução (-16 horas)	Início da infusão (0 hora)	Metade da infusão (2 horas)	Término da infusão (4 horas)	6 horas	12 horas	24 horas
L84	0,12 ^{Ab} ±0,24	3,43 ^{Ab} ±3,73	3,44 ^{Ab} ±2,57	4,32 ^{Aa} ±3,93	1,79 ^{Ab} ±2,19	2,63 ^{Ab} ± 4,29	0,13 ^{Ab} ±0,16
B84	0,09 ^{Aa} ±0,13	0,54 ^{Aa} ±0,90	0,58 ^{Aa} ±0,35	1,93 ^{Ba} ±3,21	0,92 ^{Aa} ± 1,16	0,52 ^{Aa} ±0,54	0,09 ^{Aa} ±0,17

^{a,b,A,B} Médias seguidas de letras diferentes, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem entre si ($p < 0,05$).

Figura 41. Valores médios da variação da excreção fracionada de lactato L de cabras portadoras de ALRA com acidose metabólica às -16h (antes da indução), 0h, 2h (metade da infusão), 4h (término da infusão), 6h, 12h e 24h do início da infusão de soluções eletrolíticas contendo 84 mEq/L de lactato (L84) ou de bicarbonato (B84).

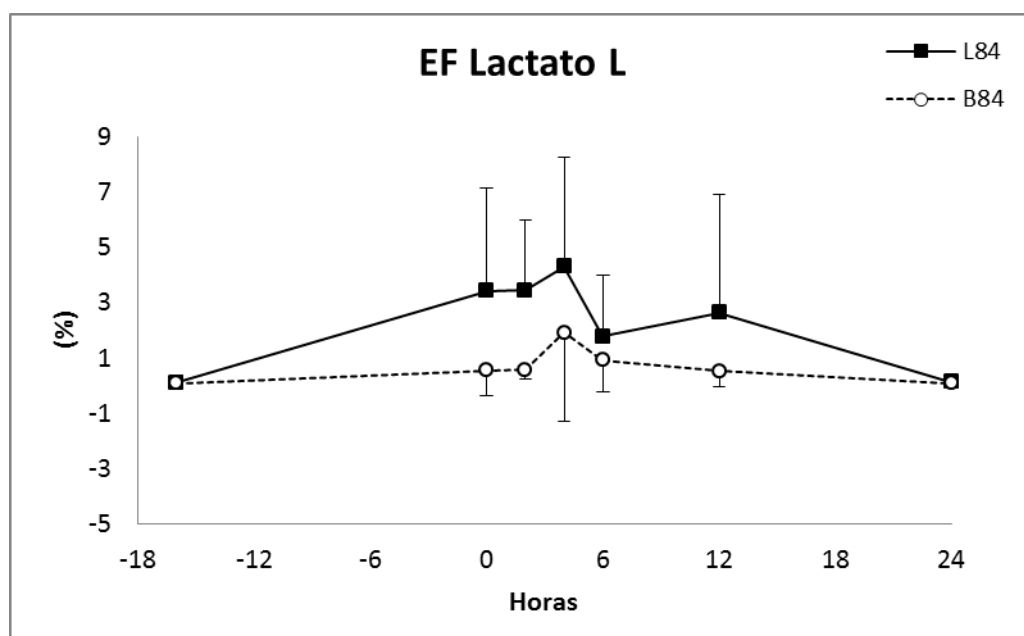


Tabela 42. Variação de cor, odor, consistência, presença de protozoários e predomínio de bactérias ruminais e valores de média e desvio padrão ($\bar{x} \pm s$) do pH, concentração de lactato L, concentração de lactato D e tempo de redução do azul de metileno (TRAM) de cabras portadoras de ALRA com acidose metabólica às -16h (antes da indução), 0h, 24h, 48h e 72h após o início da infusão de soluções eletrolíticas contendo 84 mEq/L de lactato (L84) ou de bicarbonato (B84).

Solução	Antes da indução (-16hs)	Início da infusão (0 hora)	24 horas	48 horas	72 horas
Cor					
L84	verde oliva	castanho	verde claro	verde oliva	verde oliva
B84	verde oliva	castanho	verde claro	verde oliva	verde oliva
Odor					
L84	aromático	Ácido	indiferente	aromático	Aromático
B84	aromático	Ácido	indiferente	aromático	Aromático
Consistência					
L84	ligeiramente viscoso	aquoso	aquoso	ligeiramente viscoso	ligeiramente viscoso
B84	ligeiramente viscoso	aquoso	aquoso	ligeiramente viscoso	ligeiramente viscoso
pH					
L84	6,94 ^{Aa} ±0,26	4,21 ^{Ac} ±0,33	7,23 ^{Aa} ±0,36	6,80 ^{Aab} ±0,30	6,55 ^{Ab} ±0,21
B84	7,10 ^{Aa} ±0,24	4,18 ^{Ac} ±0,11	6,86 ^{Aa} ±0,68	6,90 ^{Aab} ±0,32	6,60 ^{Ab} ±0,26
Lactato L (mmol/L)					
L84	0,11 ^{Ab} ±0,09	54,15 ^{Aa} ±7,72	0,10 ^{Ab} ±0,06	0,14 ^{Ab} ±0,11	0,10 ^{Ab} ±0,06
B84	0,05 ^{Ab} ±0,05	44,24 ^{Ba} ±8,10	0,18 ^{Ab} ±0,22	0,04 ^{Ab} ±0,05	0,10 ^{Ab} ±0,07
Lactato D (mmol/L)					
L84	0,12 ^{Ab} ±0,09	14,34 ^{Aa} ±2,17	0,54 ^{Ab} ±0,16	0,33 ^{Ab} ±0,15	0,16 ^{Ab} ±0,18
B84	0,17 ^{Ab} ±0,10	11,64 ^{Aa} ±3,50	0,31 ^{Ab} ±0,13	0,09 ^{Ab} ±0,10	0,05 ^{Ab} ±0,03
TRAM (minutos)					
L84	2,94 ^{Ad} ±1,05	>20 ^{Aa}	10,45 ^{Ab} ±5,96	6,21 ^{Abc} ±2,01	4,47 ^{Ac} ±1,78
B84	3,23 ^{Ad} ±1,18	>20 ^{Aa}	10,90 ^{Ab} ±4,24	8,05 ^{Abc} ±4,85	6,63 ^{Ac} ±5,10
Protozoários					
L84	Presença	Ausência	Presença	Presença	Presença
B84	Presença	Ausência	Presença	Presença	Presença
Predomínio de bactérias					
L84	Gram -	Gram +	Gram +	Gram -	Gram -
B84	Gram -	Gram +	Gram +	Gram -	Gram -

^{a,b,A,B} Médias seguidas de letras diferentes, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem entre si ($p < 0,05$).

Tabela 42. Valores de média e desvio padrão ($\bar{x} \pm s$) da temperatura retal, frequência cardíaca, frequência respiratória e frequência de movimentos ruminais em cinco minutos de cabras portadoras de ALRA com acidose metabólica às -16h (antes da indução), 0h, 2h (metade da infusão), 4h (término da infusão), 6h, 12h e 24h do início da infusão de soluções eletrolíticas contendo 84 mEq/L de lactato (L84) ou de bicarbonato (B84).

Solução	Antes da indução (-16 horas)	Início da infusão (0 hora)	Metade da infusão (2 horas)	Término da infusão (4 horas)	6 horas	12 horas	24 horas
Temperatura (°C)							
L84	38,20 ^{Aa} ±0,33	38,41 ^{Aa} ±0,80	38,61 ^{Aa} ±0,37	38,63 ^{Aa} ±0,52	38,65 ^{Aa} ±0,33	38,98 ^{Aa} ±0,33	38,36 ^{Aa} ±0,66
B84	38,25 ^{Aa} ±0,42	38,40 ^{Aa} ±0,66	38,68 ^{Aa} ±0,24	38,76 ^{Aa} ±0,30	38,88 ^{Aa} ±0,42	38,98 ^{Aa} ±0,54	38,65 ^{Aa} ±0,39
FC (bpm)							
L84	80,00 ^{Ab} ±8,39	116,66 ^{Aa} ±22,3	103,00 ^{Aab} ±7,97	104,00 ^{Aa} ±35,5	96,00 ^{Aab} ±19,09	119,66 ^{Aa} ±6,97	106,33 ^{Aab} ±14,3
B84	67,33 ^{Ab} ±9,68	121,33 ^{Aa} ±34,3	97,66 ^{Aab} ±24,27	118,66 ^{Aa} ±23,9	99,33 ^{Aab} ±29,54	112 ^{Aa} ±16,58	91,66 ^{Aab} ±19,11
FR (mpm)							
L84	32,33 ^{Aa} ±16,41	24,00 ^{Aa} ±2,82	24,00 ^{Aa} ±22,66	25,00 ^{Aa} ±5,01	24,33 ^{Aa} ±4,80	24,33 ^{Aa} ±6,50	25,33 ^{Aa} ±8,73
B84	32,33 ^{Aa} ±8,43	27,50 ^{Aa} ±5,43	24,00 ^{Aa} ±6,19	25,00 ^{Aa} ±6,63	24,66 ^{Aa} ±1,63	29,33 ^{Aa} ±11,70	23,66 ^{Aa} ±6,50
MR (5 min)							
L84	5,00 ^{Aa} ±2,00	0 ^{Ab} ±0	0,50 ^{Ab} ±0,83	0,33 ^{Ab} ±0,51	0,50 ^{Ab} ±0,54	0,83 ^{Ab} ±1,60	3,16 ^{Aa} ±1,32
B84	5,00 ^{Aa} ±2,00	0 ^{Ab} ±0	0,33 ^{Ab} ±0,51	0,50 ^{Ab} ±0,83	0,50 ^{Ab} ±0,83	0,66 ^{Ab} ±0,81	2,66 ^{Aa} ±2,87

a,b,A,B Médias seguidas de letras diferentes, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem entre si ($p < 0,05$).

ANEXOS

ANEXO 1

Aprovação e registro no Comitê de ética em experimentação animal – UEL



COMITÊ DE ÉTICA EM EXPERIMENTAÇÃO ANIMAL

OF. CIRC. CEEA Nº 73/2007

Londrina, 18 de outubro de 2007.

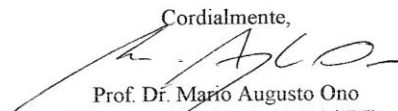
Prezado Pesquisador

O CEEA/UEL, reunido aos 09 de outubro do ano corrente, avaliou o projeto de pesquisa intitulado "**Potencial alcalinizante de diferentes concentrações de lactato e de bicarbonato em soluções para administração venosa em ovinos**", registrado no CEEA sob o nº 40/07, projeto de Tese do Programa de Pós-graduação em Ciência Animal, desenvolvido sob sua responsabilidade e orientação, julgando-o *aprovado* para execução por entender que os princípios éticos postulados pelo Colégio Brasileiro de Experimentação Animal estão respeitados.

Cumprе orientar que caso se pretendam quaisquer alterações no protocolo experimental aprovado, deve-se submeter o novo protocolo à apreciação do CEEA/UEL anteriormente à execução das modificações.

Sem mais para o momento, subscrevo-me.

Cordialmente,



Prof. Dr. Mario Augusto Ono
Vice-coordenador do CEEA/UEL

Ilmo. Sr.
Prof. Dr. Júlio Augusto Naylor Lisboa
Coordenador e Orientador do Projeto
Departamento de Clínicas Veterinárias
Centro de Ciências Agrárias

ANEXO 2

Aprovação e registro na Comissão de ética no uso de animais –UEL



Universidade
Estadual de Londrina

COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS

OF. CIRC. CEUA Nº 132/2012

Londrina, 18 de maio de 2012

Prezado Pesquisador,

A CEUA/UEL, reunido em 8 de maio de 2012, avaliou o projeto de pesquisa intitulado **"Efeito alcalinizante de soluções eletrolíticas intravenosas com diferentes concentrações de lactato ou de bicarbonato de sódio administradas em cabras"**, registrado sob processo nº CEUA 9165.2012.81, pesquisa do Centro de Ciências Agrárias, desenvolvido sob sua responsabilidade, julgando-o **aprovado** para execução entendendo-se que os princípios éticos postulados pelo Colégio Brasileiro de Experimentação Animal e Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal estão respeitados.

Serão utilizadas 12 cabras fêmeas adultas, da raça Saanen, pesando aproximadamente 40 kg provenientes de uma propriedade rural e permanecerão no HV-UEL durante os experimentos. Os animais serão divididos em 2 fases do experimento com 6 animais cada. Neste projeto será investigado o papel alcalinizante de soluções com diferentes concentrações de lactato e de bicarbonato de sódio, administradas por via intravenosa, em caprinos saudáveis ou portadores de acidose metabólica. Para isto na primeira etapa do experimento 6 cabras saudáveis receberão por via intravenosa soluções de lactato 28, lactato 84, bicarbonato 28, bicarbonato 84, com intervalos de 4 a 5 dias entre as diferentes soluções, serão coletadas amostras de sangue para realização de hemograma, determinação de proteínas, lactato L, creatinina, hemogasometria e urina para determinação de pH e densidade. As coletas serão realizadas antes e após infusão. Na segunda etapa será induzida nas cabras acidose láctica por administração intraruminal de 15 g de sacarose por Kg, diluída em água aquecida após jejum de 12 horas. Após indução as cabras serão tratadas com lactato 84 e bicarbonato 84, e serão coletadas amostras de urina e sangue para realizar os exames descritos acima. No final do experimento os animais retornarão a propriedade de origem. Os experimentos estão previstos para serem desenvolvidos em 48 meses após sua aprovação na CEUA-UEL.

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

Sem mais para o momento, subscrevo-me. Cordialmente,

Waldiceu Ap. Verri Junior
Prof. Dr. Waldiceu Aparecido Verri Junior
Coordenador da CEUA/UEL

Ilmo Sr.

Prof. Dr. Júlio Augusto Naylor Lisboa
Coordenador do Projeto

Departamento de Ciências Veterinárias
Centro de Ciências Agrárias

Com cópia para Srª Égle Maria de Sousa (Chefe da DCA/PROPPG)

Campus Universitário: Rodovia Celso Garcia Cid (PR 445), km 380 - Fone (043) 3371-4000 PABX - Fax 3328-4440 - Caixa Postal 6.001 - CEP 86051-990 - Internet <http://www.uel.br>
Hospital Universitário/Centro de Ciências da Saúde: Av. Robert Koch, 60 - Vila Operária - Fone (043) 381-2000 PABX - Fax 337-4041 e 337-7495 - Caixa Postal 791 - CEP 86038-440
LONDRIINA - PARANÁ - BRASIL