

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ESCOLA DE VETERINÁRIA
Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal

GIAN CARLOS DE OLIVEIRA

**AVALIAÇÃO DA INGESTÃO VOLUNTÁRIA DE ÁGUA E DE SOLUÇÃO
ELETROLÍTICA CONTENDO OU NÃO PALATABILIZANTE EM BEZERROS
COM DIARREIA POR CRIPTOSPORIDIOSE INDUZIDA EXPERIMENTALMENTE**

Belo Horizonte

2025

Gian Carlos de Oliveira

**AVALIAÇÃO DA INGESTÃO VOLUNTÁRIA DE ÁGUA E DE SOLUÇÃO
ELETROLÍTICA CONTENDO OU NÃO PALATABILIZANTE EM BEZERROS
COM DIARREIA POR CRIPTOSPORIDIOSE INDUZIDA EXPERIMENTALMENTE**

Dissertação apresentada à Escola de Veterinária da
Universidade Federal de Minas Gerais, como
requisito parcial para obtenção do grau de Mestre
em Ciência Animal.

Área de concentração: Medicina e Cirurgia
Veterinárias.

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Melo Meneses

Belo Horizonte

2025

O48a Oliveira, Gian Carlos de, 1998 -
Avaliação de ingestão voluntária de água e de solução eletrolítica contendo ou não palatabilizante em bezerros com diarreia por criptosporidiose induzida experimentalmente/ Gian Carlos de Oliveira.-2025.
71f: il.

Orientador: Rodrigo Melo Meneses
Dissertação (Mestrado) apresentada à Escola de Medicina Veterinária da UFMG, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciências Veterinárias.
Área de Concentração: Medicina e Cirurgia Veterinárias
Bibliografias: f. 67 – 71.

1. Bovino - Teses - 2. Diarreia em animais - Teses - 3. Criptosporidiose - Teses - I. Meneses, Rodrigo Melo - II. Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária - III. Título.

CDD – 636.089 69

Bibliotecária responsável Cristiane Patrícia Gomes CRB 2569
Biblioteca da Escola de Veterinária, UFMG.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ESCOLA DE VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL

FOLHA DE APROVAÇÃO

GIAN CARLOS DE OLIVEIRA

Dissertação submetida à banca examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós Graduação em **CIÊNCIA ANIMAL**, como requisito para obtenção do grau de **MESTRE** em **CIÊNCIA ANIMAL**, área de concentração **Clinica e Cirurgia Veterinárias**. Defesa da dissertação intitulada: "**AValiação da ingestão voluntária de água e de solução eletrolítica contendo ou não palatilizante em bezerras com diarreia por criptosporidiose induzida experimentalmente.**"

Aprovado(a) em 29 de abril de 2025, pela banca constituída pelos membros:

Dr.(a). Rodrigo Melo Meneses - Orientador(a)
Dr.(a). Elias Jorge Facury Filho
Dr.(a). Ronaldo Alves Martins



Documento assinado eletronicamente por **Rodrigo Melo Meneses, Professor do Magistério Superior**, em 30/04/2025, às 15:09, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Elias Jorge Facury Filho, Professor do Magistério Superior**, em 06/05/2025, às 11:12, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Ronaldo Alves Martins, Usuário Externo**, em 06/05/2025, às 16:07, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufmg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **4172413** e o código CRC **0C17624E**.

Dedico este trabalho aos meus amados pais e avós,

e à minha querida irmã.

Nunca perca de vista seu ponto de partida.

Santa Clara de Assis.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela vida e por me permitir realizar sonhos que pareciam inalcançáveis.

Aos meus queridos pais, Carlos e Geralda, pela criação e apoio incondicional em todos esses anos de estudo.

À minha querida irmã Jaqueline por todo apoio, amizade e companheirismo de anos.

À minha querida namorada Nathália Viana, por todo apoio, compreensão e palavras de conforto nos momentos de ausência durante todo período de pós-graduação.

Aos meus queridos avós José Domingos (*in memoriam*) e Eva de Abreu por todos ensinamentos e inspiração, vocês são meus maiores exemplos.

Aos velhos amigos que fizeram parte de toda minha formação, em especial ao Guilherme Hiago, Guilherme Augusto, Marcus Vinícius, Lucas e Bruno Nunes. Vocês foram essenciais em todo processo.

Aos professores da graduação que serviram de exemplo e mostraram o quão longe podemos chegar, em especial ao Prof. e amigo Guilherme Guerra e ao Prof. Ronaldo Alves.

Aos professores da Escola de Veterinária, em especial aos professores Alan Borges, Helena Lage e Sandra Gesteira, com quem pude aprender nas mais magníficas aulas.

Aos professores da clínica de ruminantes em especial ao Prof. Último, Prof. Lobão e Prof. Tiago. Além de mestres, vocês são exemplos de conduta e profissionalismo. Obrigado por todos os ensinamentos sobre os ruminantes e também sobre a vida.

Ao professor e orientador Rodrigo Meneses pela oportunidade, confiança e orientação. Seus ensinamentos serão levados por toda minha vida pessoal e profissional.

Aos companheiros de pós-graduação, Diego, Wallacy, Thallyson, Pedro Henrique, Cleber Brunno e Maria Vitória. Vocês tornaram a caminhada mais leve e proveitosa.

Aos animais que fizeram parte deste experimento, seres iluminados e cheios de inocência, meu muito obrigado!!

A toda equipe que participou do experimento, em especial aos estagiários, ao Pedralvo e ao Tião, sem vocês não seria possível concluir este trabalho.

RESUMO

A diarreia neonatal é uma das principais doenças da fase de cria no sistema de produção de bovinos, com relevante impacto nas taxas de morbidade e mortalidade. Os animais acometidos pela doença podem sofrer com quadros graves de desidratação e acidose metabólica, o que pode resultar em morte. A hidratação oral vem sendo citada como o principal meio de tratamento de bezerros neonatos, já que, se utilizada de forma correta, evita o agravamento da doença e reduz as taxas de mortalidade dentro do sistema de produção. O presente estudo avaliou a ingestão voluntária de uma solução eletrolítica oral contendo palatibilizante em bezerros neonatos com diarreia, com o objetivo de facilitar o manejo e disseminar a prática de hidratar os animais doentes. Foram utilizados 24 bezerros, machos, da raça Holandês, com idade entre 3 e 20 dias de vida. Os animais foram divididos em três grupos; Grupo controle (CON) - não recebeu nenhum tipo de solução oral -, grupo palatibilizante (PAL) - animais que receberam solução oral contendo palatibilizante - e grupo solução (SOL) - animais que receberam solução oral padrão, sem presença de palatibilizante. Os dados foram coletados no terceiro dia de vida (basal), dias um (DD1), três (DD3), cinco (DD5) e sete (DD7) de diarreia. Foram coletadas informações relacionadas ao consumo de leite, água e solução eletrolítica. Além disso, foram realizadas análises sobre os parâmetros eletrolítico, ácido-base e clínico. Durante o período de avaliação, os animais do grupo PAL ingeriram significativamente mais solução que os demais grupos, alcançando valores 2,1 vezes maiores que os animais do grupo SOL. Os bezerros do grupo CON ingeriram significativamente mais água que os demais grupos. Já para os parâmetros eletrolíticos, ácido-base e clínicos não foram encontradas diferenças entre os grupos tratados. Porém, houve variação dos valores de forma significativa, dentro de cada grupo, especialmente nos valores de Na^+ , HCO_3^- , pH de sangue, excesso de base e pH de urina. Em conclusão, a adição de palatibilizante pode ser uma ferramenta para estimular a ingestão voluntária de solução eletrolítica. Entretanto, a quantidade de solução consumida não foi suficiente para reestabelecer os parâmetros eletrolíticos e ácido-base.

Palavras-chave: Hidratação oral; bovino; tratamento; *Cryptosporidium parvum*; reidratação.

ABSTRACT

Neonatal diarrhea is one of the main diseases of the breeding phase in the cattle production system, with a significant impact on morbidity and mortality rates. Animals affected by the disease can suffer from severe dehydration and metabolic acidosis, which will result in death in the worst case scenario. Oral hydration has been cited as the main means of treating neonatal calves, since, if used correctly, it prevents the worsening of the disease and reduces mortality rates within the production system. The present study evaluated the voluntary ingestion capacity of an oral electrolyte solution containing palatability in neonatal calves with diarrhea, with the objective of facilitating management and disseminating the practice of hydrating sick animals. Twenty-four male Holstein calves, aged between 3 and 20 days old, were used. The animals were divided into three groups; Control group (CON) did not receive any type of oral solution, palatability group (PAL) animals that received an oral solution containing palatability and solution group (SOL) animals that received a standard oral solution, without the presence of palatability. Data were collected on the third day of life (baseline), days one (DD1), three (DD3), five (DD5) and seven (DD7) of diarrhea. Information related to the consumption of milk, water and electrolyte solution was collected. In addition, analyses were performed on the electrolyte, acid-base and clinical parameters. During the evaluation period, the group that received palatability ingested significantly more solution than the other groups ($p \leq 0.05$), reaching values 2.1 times higher than the group (SOL). The group (CON) ingested significantly more water than the other groups ($p \leq 0.05$). As for the electrolyte, acid-base and clinical parameters, no differences were found between the treated groups. However, there was a significant variation in values ($p \leq 0.05$) within each group, especially in the values of Na^+ , HCO_3^- , blood pH, excess base and urine pH. In conclusion, the addition of palatability may be a tool to stimulate the voluntary intake of electrolyte solution. However, the amount of solution consumed was not sufficient to reestablish the electrolyte and acid-base parameters.

Keywords: Oral hydration; bovine; treatment; *Cryptosporidium parvum*; rehydration.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Principais componentes do líquido intracelular (LIC) e líquido extracelular (LEC) no organismo saudável.	18
Quadro 2. Tampões corporais intracelulares e extracelulares que auxiliam na manutenção do pH sanguíneo.....	20
Quadro 3. Concentrações fisiológicas dos parâmetros avaliados pelo exame de hemogasometria de bezerros hípidos entre 1 e 40 dias de idade.....	22

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Descrição dos grupos experimentais para avaliação de ingestão voluntária de água e solução eletrolítica contendo ou não palatabilizante em bezerros com diarreia por criptosporidiose induzida experimentalmente.....	37
Tabela 2. Ingredientes e potencial osmótico das soluções utilizadas nos grupos experimentais para avaliação de ingestão voluntária de água e solução eletrolítica contendo ou não palatabilizante em bezerros com diarreia por criptosporidiose induzida experimentalmente.....	37
Tabela 3. Escalas de pontuação utilizadas para avaliação de condição geral, escore de fezes e grau de desidratação para avaliação de ingestão voluntária de água e solução eletrolítica contendo ou não palatabilizante em bezerros com diarreia por criptosporidiose induzida experimentalmente.....	39
Tabela 4. Valores de médias ajustadas e de erro padrão do consumo total de líquido, consumo de água, consumo de sucedâneo e consumo de solução de bezerros tratados ou não com solução eletrolítica contendo palatabilizante durante o curso da diarreia por criptosporidiose induzida experimentalmente.....	42
Tabela 5. Peso médio, ingestão desejada de solução eletrolítica equivalente a 10% do peso vivo em litros (L), ingestão real de solução eletrolítica, água e solução mais água em porcentagem do peso vivo (% do peso vivo) de bezerros tratados ou não com solução eletrolítica contendo palatabilizante durante o curso da diarreia por criptosporidiose induzida experimentalmente.....	43
Tabela 6. Valores de médias ajustadas e de erro padrão de parâmetros eletrolíticos no sangue (Na^+ , K^+ , Ca^{++} , Cl) de bezerros tratados ou não com solução eletrolítica durante o curso da diarreia por criptosporidiose induzida experimentalmente.....	45
Tabela 7. Valores de médias ajustadas e de erro padrão de parâmetros ácido-base no sangue (pH, pCO_2 , EB, HCO_3^- e tCO_2) de bezerros tratados ou não com solução eletrolítica durante o curso da diarreia por criptosporidiose induzida experimentalmente.....	49
Tabela 8. Valores de médias ajustadas e de erro padrão de parâmetros ácido-base no sangue (pH, pCO_2 , EB, tCO_2 e HCO_3^- e <i>Anion Gap</i>) de bezerros tratados ou não com solução eletrolítica durante o curso da diarreia por criptosporidiose induzida experimentalmente.....	50
Tabela 9. Percentual de bezerros com acidemia, hipocapnia respiratória, acidose metabólica, hipocapnia metabólica e hipobicarbonatemia durante o curso da diarreia por criptosporidiose induzida experimentalmente.....	51
Tabela 10. Valores de médias ajustadas e de erro padrão de hematócrito e albumina, proteína total, creatinina e ureia séricas de bezerros tratados ou não com solução eletrolítica durante o curso da diarreia por criptosporidiose induzida experimentalmente.....	53
Tabela 11. Valores de médias ajustadas e de erro padrão gerais de pH e densidade de urina de bezerros tratados ou não com solução eletrolítica durante o curso da diarreia por criptosporidiose induzida experimentalmente.....	57
Tabela 12. Valores de médias ajustadas e de erro padrão de pH e densidade da urina de bezerros tratados ou não com solução eletrolítica contendo palatabilizante durante o curso da diarreia por criptosporidiose induzida experimentalmente.....	58
Tabela 13. Valores de médias ajustadas e de erro padrão de temperatura retal e frequências respiratória e cardíaca de bezerros tratados ou não com solução eletrolítica durante o curso da diarreia por criptosporidiose induzida experimentalmente.....	59
Tabela 14. Frequência de escore de comportamento de bezerros tratados ou não com solução eletrolítica durante o curso da diarreia por criptosporidiose induzida experimentalmente.....	62
Tabela 15. Frequência de escore de fezes de bezerros tratados ou não com solução eletrolítica durante o curso da diarreia por criptosporidiose induzida experimentalmente.....	63
Tabela 16. Frequência de escore de desidratação de bezerros tratados ou não com solução eletrolítica durante o curso da diarreia por criptosporidiose induzida experimentalmente.....	64

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Esquema descritivo de atividades realizadas durante a fase experimental para avaliação da ingestão voluntária de água e solução eletrolítica contendo ou não palatabilizante em bezerros com diarreia por criptosporidiose induzida experimentalmente.....36
- Figura 2. Volume de água ingerido pelos grupos experimentais de bezerros que não receberam solução eletrolítica (CON), receberam solução eletrolítica contendo palatabilizante (PAL) ou solução eletrolítica sem palatabilizante (SOL) durante o curso da diarreia por criptosporidiose induzida experimentalmente.....43
- Figura 3. Volume de solução eletrolítica oral ingerido pelos grupos experimentais de bezerros que receberam solução eletrolítica contendo palatabilizante (PAL) ou solução eletrolítica sem palatabilizante (SOL) durante o curso da diarreia por criptosporidiose induzida experimentalmente.....44
- Figura 4. Variações nos níveis de sódio sérico de grupos experimentais de bezerros que não receberam solução eletrolítica (CON), receberam solução eletrolítica contendo palatabilizante (PAL) ou solução eletrolítica sem palatabilizante (SOL) durante o curso da diarreia por criptosporidiose induzida experimentalmente.....45
- Figura 5. Variações nos níveis de potássio sérico de grupos experimentais de bezerros que não receberam solução eletrolítica (CON), receberam solução eletrolítica contendo palatabilizante (PAL) ou solução eletrolítica sem palatabilizante (SOL) durante o curso da diarreia por criptosporidiose induzida experimentalmente.....46
- Figura 6. Variações nos níveis de cálcio ionizado sérico de bezerros de grupos experimentais que não receberam solução eletrolítica (CON), receberam solução eletrolítica contendo palatabilizante (PAL) ou solução eletrolítica sem palatabilizante (SOL) durante o curso da diarreia por criptosporidiose induzida experimentalmente.....46
- Figura 7. Variações nos níveis de cloreto sérico de grupos experimentais de bezerros que não receberam solução eletrolítica (CON), receberam solução eletrolítica contendo palatabilizante (PAL) ou solução eletrolítica sem palatabilizante (SOL) durante o curso da diarreia por criptosporidiose induzida experimentalmente.....47
- Figura 8. Variações de hematócrito de grupos experimentais de bezerros que não receberam solução eletrolítica (CON), receberam solução eletrolítica contendo palatabilizante (PAL) ou solução eletrolítica sem palatabilizante (SOL) durante o curso da diarreia por criptosporidiose induzida experimentalmente.....54
- Figura 9. Variações nas concentrações de albumina no soro de grupos experimentais de bezerros que não receberam solução eletrolítica (CON), receberam solução eletrolítica contendo palatabilizante (PAL) ou solução eletrolítica sem palatabilizante (SOL) durante o curso da diarreia por criptosporidiose induzida experimentalmente.....55
- Figura 10. Variações nas concentrações de proteína total no soro de grupos experimentais de bezerros que não receberam solução eletrolítica (CON), receberam solução eletrolítica contendo palatabilizante (PAL) ou solução eletrolítica sem palatabilizante (SOL) durante o curso da diarreia por criptosporidiose induzida experimentalmente.....55
- Figura 11. Variações nas concentrações de creatinina no soro de grupos experimentais de bezerros que não receberam solução eletrolítica (CON), receberam solução eletrolítica contendo palatabilizante (PAL) ou solução eletrolítica sem palatabilizante (SOL) durante o curso da diarreia por criptosporidiose induzida experimentalmente.....56
- Figura 12. Variações nas concentrações de ureia no soro de grupos experimentais de bezerros que não receberam solução eletrolítica (CON), receberam solução eletrolítica contendo palatabilizante (PAL) ou solução eletrolítica sem palatabilizante (SOL) durante o curso da diarreia por criptosporidiose induzida experimentalmente.....56
- Figura 13. Variações na temperatura retal (°C) de grupos experimentais de bezerros que não receberam solução eletrolítica (CON), receberam solução eletrolítica contendo palatabilizante (PAL) ou solução eletrolítica sem palatabilizante (SOL) durante o curso da diarreia por criptosporidiose induzida experimentalmente.....59

Figura 14. Variações na frequência respiratória (mov/min) de grupos experimentais de bezerros que não receberam solução eletrolítica (CON), receberam solução eletrolítica contendo palatabilizante (PAL) ou solução eletrolítica sem palatabilizante (SOL) durante o curso da diarreia por criptosporidiose induzida experimentalmente.....60

Figura 15. Variações na frequência cardíaca (bpm) de grupos experimentais de bezerros que não receberam solução eletrolítica (CON), receberam solução eletrolítica contendo palatabilizante (PAL) ou solução eletrolítica sem palatabilizante (SOL) durante o curso da diarreia por criptosporidiose induzida experimentalmente.....60

LISTA DE ABREVIATURAS

AGNE – Ácido graxo não esterificado

A⁻ - Ânions

Cl⁻ - Cloreto

C⁺ - Cátion

CO₂ – Dióxido de carbono

CON – Controle

DIF – Diferença de íons fortes

EB – Excesso de base

H⁺ - hidrogênio

HCO₃⁻ - Bicarbonato de sódio

K⁺ - Potássio

KCl – Cloreto de potássio

LEC – Líquido extracelular

LIC – Líquido intracelular

Mg²⁺ - Magnésio

Na⁺ - Sódio

NaCl – Cloreto de sódio

PAL – Palatabilizante

PV – Peso vivo

PB Proteína bruta

pCO₂ – Pressão parcial de dióxido de carbono

SOL – Solução

S⁻ - Enxofre

tCO₂ – Tensão parcial de dióxido de carbono

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	15
2 OBJETIVOS.....	16
2.1 Geral.....	16
2.2 Específicos	16
3 REVISÃO DE LITERATURA	17
3.1 Distribuição dos Líquidos corporais	17
3.2 Equilíbrio ácido-base e tampões corporais	19
3.3 Hemogasometria e parâmetros hemogasométricos.....	22
3.4 A urina como forma de avaliação do distúrbio ácido-base e da desidratação	24
3.4.1 pH de urina	24
3.4.2 Densidade específica	24
3.5 Fisiopatogenia da diarreia	25
3.6 Hidratação na medicina e na medicina veterinária.....	27
3.6.1 Tipos de soluções para hidratação.....	27
3.7 Soluções intravenosas empregadas na diarreia neonatal no Brasil.....	28
3.7.1 Soluções de NaCl	28
3.7.2 Solução Ringer com Lactato	29
3.7.3 Soluções de bicarbonato de sódio	29
3.8 Fluidoterapia oral em bezerros	30
3.9 Composição das soluções orais	31
3.9.1 Sódio.....	31
3.9.2 Cloreto	32
3.9.3 Potássio.....	32
3.9.4 Componente energético	32
3.9.5 Agente alcalinizante	33
3.10 Percepção gustativa em ruminantes	33
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	34
4.1 Local e período de experimento.....	34
4.2 Animais.....	34
4.3 Manejo inicial	35
4.4 Manejo no galpão.....	35
4.5 Delineamento experimental	36

4.6 Coleta de dados	37
4.6.1 Consumo de solução.....	37
4.6.2 Consumo de água	38
4.6.3 Consumo de sucedâneo	38
4.6.4 Exame físico	38
4.6.5 Coleta de material.....	39
4.7 Análises laboratoriais	40
4.8 Análises estatística:	41
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO:	41
5.1 Consumo total, sucedâneo, solução e água.....	41
5.2 Parâmetros eletrolíticos.....	44
5.3 Parâmetros ácido-base	48
5.4 Parâmetros bioquímicos.....	53
5.5 Avaliação de pH e densidade urinária	56
5.6 Parâmetros clínicos	58
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	65
7 CONCLUSÃO.....	66
REFERÊNCIAS	67

1 INTRODUÇÃO

A diarreia neonatal em bezerros possui causa multifatorial e é uma das enfermidades que mais leva prejuízos para o sistema de produção devido à morbidade e mortalidade elevadas e ao custo com tratamento dos animais, principalmente com uso de antimicrobianos (Gomez, 2017; Cruvinel *et al.*, 2020).

De acordo com o sistema nacional de monitoramento da saúde de animais leiteiros dos Estados Unidos (NAHMS), em 2007 e 2018, respectivamente, 57 e 32% da mortalidade no período de aleitamento foi devido à diarreia, a qual ocorreu até os primeiros 30 dias de vida dos animais (Cho e Yoon, 2014; Urie *et al.*, 2018). Em propriedades brasileiras, a enfermidade também tem números preocupantes, podendo chegar a 50% de mortalidade (Langoni, *et al.*, 2004). Em Minas Gerais, Freitas (2009) identificou uma prevalência de 6 a 14%, com mortalidade próxima de 30% em bezerros com até 30 dias de vida.

Animais acometidos por diarreia neonatal enfrentam mudanças intensas no organismo, principalmente com relação ao equilíbrio hidroeletrólítico e ácido-base. Em bezerros com diarreia, o mecanismo de tamponamento do organismo pode falhar devido à eliminação de bicarbonato (HCO_3^-), principalmente pelas fezes, e à produção de D e L lactato no interior do intestino oriundos da fermentação de substratos que chegam no ceco e cólon. Essas alterações levam à desidratação e acidose metabólica, descritas como a principal causa de morte em bezerros acometidos pela doença (Foster *et al.*, 2009; Lorenz *et al.*, 2014).

De forma errônea, a terapia com antimicrobianos tem sido estabelecida como protocolo de tratamento dentro das fazendas produtoras de bovinos. Entretanto, os principais agentes causadores da doença são protozoários como o *Cryptosporidium parvum* ou vírus como o Rotavírus, tornando o tratamento ineficaz. Além disso, alguns agentes bacterianos como a *Escherichia coli* e *Salmonella Spp*, já se mostram resistentes à uma grande variedade de antimicrobianos. Neste sentido, a utilização indiscriminada dessas drogas pode contribuir de forma significativa para o aumento da resistência bacteriana, com reflexos negativos para saúde humana (Martin *et al.*, 2020; Uyama *et al.*, 2021; Hasson *et al.*, 2022; Bernal-Cordoba *et al.*, 2022).

Como alternativa para minimizar os danos causados pela diarreia em bezerros, a hidratação é a grande aliada, principalmente em se tratando da hidratação oral. O fornecimento de solução via sonda permite que grandes volumes de solução eletrolítica sejam administrados em curto espaço de tempo, otimizando o processo dentro da fazenda. Entretanto, a realização

da sondagem oro-esofágica, ainda é pouco utilizada na maioria das fazendas devido à falta de conhecimento e pelo medo de acidentes por parte de colaboradores e proprietários. Neste sentido, a ingestão voluntária de soluções eletrolíticas orais pode ser uma alternativa para difundir a prática entre as fazendas produtoras de bovinos, auxiliando no tratamento e redução de perdas de animais pela doença.

Para induzir o consumo voluntário, a adição de um palatilizante, principalmente com sabor adocicado, pode ser uma alternativa eficaz para propriedades que ainda não utilizam a hidratação oral em sua rotina. A utilização deste tipo de produto pode facilitar o manejo e induzir o animal ao consumo sem a necessidade da realização da sondagem. Portanto, o objetivo do presente trabalho é avaliar o consumo voluntário de uma solução eletrolítica contendo palatilizante sobre os parâmetros clínicos, hidroeletrólíticos, hematológicos e ácido-base em bezerros com diarreia neonatal induzida por *Cryptosporidium parvum*. Com isso, espera-se que os animais consumam volumes de solução eletrolítica contendo palatilizante superiores e suficientes para a manutenção da hidratação, do equilíbrio eletrolítico e ácido-base, permanecendo vivos e sem intensas alterações metabólicas.

2 OBJETIVOS

2.1 Geral

Avaliar o consumo voluntário de uma solução eletrolítica contendo palatilizante sobre os parâmetros clínicos, hidroeletrólíticos, hematológicos e ácido-base em bezerros com diarreia neonatal induzida por *Cryptosporidium parvum*.

2.2 Específicos

- Avaliar o volume de uma solução eletrolítica contendo palatilizante ingerida voluntariamente por bezerros com diarreia neonatal induzida por *Cryptosporidium parvum*;
- Avaliar a eficácia de uma solução eletrolítica contendo palatilizante na correção de alterações clínicas e de distúrbios eletrolíticos e ácido-base de bezerros com diarreia neonatal induzida por *Cryptosporidium parvum*;
- Avaliar a mortalidade de bezerros com diarreia neonatal induzida por *Cryptosporidium parvum*, que recebem uma solução eletrolítica contendo palatilizante;

- Avaliar a necessidade de tratamento com antimicrobiano e terapia de resgate em bezerros com diarreia neonatal induzida por *Cryptosporidium parvum*, que recebem uma solução eletrolítica contendo palatilizante;
- Avaliar a ingestão de água e sucedâneo em bezerros com diarreia neonatal induzida por *Cryptosporidium parvum*, que recebem uma solução eletrolítica contendo palatilizante.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Distribuição dos Líquidos corporais

Presente em grandes volumes, a água é um dos principais constituintes do organismo de seres humanos e animais. Em animais jovens, a porcentagem de água corporal é de aproximadamente 70%. Entretanto, à medida que a idade avança, essa porcentagem tende a diminuir, alcançando valores de próximos a 60% em animais adultos (Dibartola, 2010; Ahmed *et al.*, 2021).

A água presente no organismo está distribuída basicamente em dois compartimentos de forma muito organizada. Grande parte do volume, cerca de 2/3 (dois terços), está presente no compartimento intracelular, também chamado de LIC – líquido intracelular. O restante dos líquidos corporais, aproximadamente 1/3 (um terço), está no espaço extracelular e recebe o nome de LEC – líquido extracelular (Dibartola, 2010; Tobias *et al.*, 2022).

De forma geral, o LIC e o LEC estão em equilíbrio dinâmico devido aos solutos, eletrólitos, hormônios e as membranas presentes no organismo. Mesmo em equilíbrio, a composição eletrolítica dos fluidos se difere consideravelmente. Portanto, conhecer a composição e os mecanismos de regulação são essenciais para o direcionamento do tratamento correto. A composição eletrolítica dos compartimentos é descrita no Quadro 1 (Dibertola, 2010; Ahmed *et al.*, 2021; Tobias *et al.*, 2022).

Em animais saudáveis, a perda de eletrólitos nas fezes e na urina não são suficientes para alterar sua concentração no sangue. Entretanto, em casos de doença gastrointestinal, o volume de água e eletrólitos perdidos aumenta consideravelmente, o que pode levar a concentrações de eletrólitos reduzidas no sangue (Chalupnik *et al.*, 2012; Bregadioli *et al.*, 2023).

Quadro 1. Principais componentes do líquido intracelular (LIC) e líquido extracelular (LEC) no organismo saudável.

Íons	LEC	LIC
Cátions	Na ⁺	K ⁺
Ânions	Cl ⁻ e HCO ₃ ⁻	Fosfatos e proteínas

Adaptado de Dibartola (2010).

Por ser o principal determinante do LEC durante os quadros de diarreia, a perda de sódio faz com que o volume de LEC seja reduzido de forma significativa, levando o animal a quadros de hiponatremia e desidratação, respectivamente. Além da manutenção do volume do LEC, o Na⁺ também desempenha funções relacionadas ao funcionamento celular. Com a redução dos valores sanguíneos, funções como a transmissão de impulsos nervosos, contração muscular e funcionamento das barreiras celulares são comprometidas (Cunningham, 2004; Ahamed, 2021). Além disso, alterações nas concentrações de sódio podem interferir diretamente na osmolaridade plasmática. Nos casos em que há aumento das concentrações de Na⁺, é comum encontrar animais com hiperosmolaridade e, de forma contrária, em animais hiponatrêmicos, hiposmolaridade (Dibertola, 2010; Ahmed, 2021).

O potássio é o principal determinante do LIC, com aproximadamente 98% do potássio disponível para o organismo presente no meio intracelular. Assim como o sódio, o potássio desempenha diversas funções no organismo dos animais, incluindo processos bioquímicos, transmissão de impulsos nervosos e contrações musculares. Com os distúrbios nas concentrações de K⁺, podem ocorrer mudanças no potencial elétrico celular, acarretando alterações miocárdicas e neuromusculares (Cunningham, 2004; Dibertola, 2010).

Em animais com diarreia, também ocorrem alterações nas concentrações de cloreto. Normalmente, em animais com acidose metabólica se observa hipercloremia devido ao aumento da reabsorção renal do íon em resposta à redução de HCO₃⁻. As contrações de cloreto tendem a ser inversamente proporcionais às concentrações de HCO₃⁻ (Dibertola, 2010).

3. 2 Equilíbrio ácido-base e tampões corporais

Durante o metabolismo, o organismo produz aproximadamente 13.000 mmol de CO₂ e 100 mmol de H⁺ por dia. A formação desses compostos é algo fisiológico, mas indesejado ao organismo, pois o excesso dessas substâncias é extremamente prejudicial. Em condições normais, há grande esforço do metabolismo para eliminar os ácidos formados na tentativa de manter a homeostase corporal (Cunningham, 2004; Shaw, 2022).

Quando em excesso, os ácidos alteram o pH sanguíneo, que em bovinos varia de 7,39 a 7,42, causando o que é chamado de acidemia. De forma oposta, quando os valores de pH estão acima de 7,42, o animal sofre com o que é chamado de alcalinemia. Nos quadros de diarreia, é comum que os animais apresentem diminuição dos valores fisiológicos de pH, caracterizando uma acidemia, além da acidose metabólica (Kitching e Edge, 2002; Freitas; 2009; Shaw, 2022).

A manutenção do pH ideal é fundamental para o bom funcionamento do organismo, tendo em vista que grande parte dos processos metabólicos necessitam da ação de enzimas específicas que são sensíveis às alterações de pH (Kitching e Edge 2002; Cunningham, 2004). A remoção dos ácidos corporais é feita basicamente por três mecanismos que agem de maneiras diferentes. O primeiro mecanismo, são os tampões corporais, os quais são capazes de produzir uma resposta instantânea em segundos. O segundo mecanismo é a eliminação através do sistema respiratório, que age de forma rápida e indireta. E por fim, o sistema renal, que desempenha sua função na eliminação e retenção de substâncias (Shaw, 2022; Hopkins *et al.*, 2022).

Os tampões podem ser divididos em tampões extracelulares e intracelulares (Quadro 2). Os tampões extracelulares são basicamente o sistema bicarbonato/ácido carbônico e as proteínas plasmáticas. Já no meio intracelular, podem ser citados o tampão hemoglobina, o tampão fosfato orgânico e inorgânico e as proteínas intracelulares (Shaw 2022; Hopkins *et al.*, 2022).

O sistema tampão bicarbonato/ácido carbônico é o sistema mais abundante no organismo. Por esse motivo, tem grande importância na manutenção do equilíbrio ácido-base. A concentração sérica de bicarbonato pode variar de 29,55 a 30,60 mEq/L, porém a concentração de ácido carbônico é difícil de ser mensurada devido à alta variabilidade. Sendo abundante no LEC, o bicarbonato é facilmente recuperado pelos rins, enquanto o CO₂ é eliminado na respiração (Cunningham, 2004; Freitas, 2009; Shaw, 2022).

Quadro 2. Tampões corporais intracelulares e extracelulares que auxiliam na manutenção do pH sanguíneo.

Extracelular	Intracelular
Bicarbonato/ácido carbônico	Tampão da hemoglobina
Proteínas do plasma	Fosfato
	Proteínas intracelulares

Fonte: Adaptado de Shaw (2022).

Durante a troca gasosa nos tecidos, o CO_2 produzido combina-se com H_2O e dá origem ao ácido carbônico (H_2CO_3), um ácido considerado fraco, que se dissocia facilmente em H^+ e HCO_3^- . Nos eritrócitos, os íons H^+ se ligam à hemoglobina, ocasionando a saída do bicarbonato das células do organismo, realizando a troca com íons cloreto, em um mecanismo denominado de desvio de cloreto. Além disso, no meio extracelular, o bicarbonato irá agir como tampão direto, carreando a maior parte do CO_2 e neutralizando os íons H^+ (Cunningham, 2004).

As proteínas, tanto as intracelulares quanto as extracelulares, também desempenham papel importante no tamponamento. O tampão intracelular mais abundante é a hemoglobina, sendo aproximadamente 80%, a qual atua fixando CO_2 e H^+ . Já no meio extracelular, a albumina é o tampão proteico mais abundante e atua se ligando aos íons H^+ (Shaw, 2022). Além dos sistemas tampões, o sistema respiratório desempenha papel crucial na manutenção do equilíbrio ácido-base. Os pulmões são capazes de responder rapidamente às alterações de pH devido à capacidade de alterar a taxa de retenção e remoção de CO_2 do sangue (Shaw, 2022; Palmer e Clegg, 2023). Os rins também desempenham papel crucial na manutenção do pH sanguíneo. Os rins agem na eliminação de ácidos e bases que não são de origem respiratória, sendo assim, são os grandes responsáveis pela composição do LEC, pois absorvem e excretam bicarbonato e íons H^+ , respectivamente (Shaw, 2022; Gantsova *et al.*, 2024).

O equilíbrio ácido-base pode ser avaliado através da equação de Henderson-Hasselbalch, ânion GAP e da diferença de íons fortes (DIF). As duas últimas podem atender de forma mais exata, tendo em vista que a concentração de eletrólitos e proteínas plasmáticas também pode interferir nas concentrações de H^+ e afetar o equilíbrio ácido-base (Constable,

2014; Ribeiro Filho *et al.*, 2024). A equação de Henderson-Hasselbalch basicamente se concentra em como o pH pode ser influenciado pela $p\text{CO}_2$ e pela concentração de HCO_3^- . Entretanto, o pH sanguíneo não pode ser dependente do HCO_3^- já que a determinação do bicarbonato disponível precisar levar em conta o pH sanguíneo, sendo calculada pela seguinte equação (Constable, 2014).

$$c\text{HCO}_3^- = S \times p\text{CO}_2 \times 10^{(\text{pH} - \text{pK}1)} = 0.0307 \times p\text{CO}_2 \times 10^{(\text{pH} - 6.105)}$$

Para o entendimento do conceito de ânion GAP, é essencial compreender o princípio da eletroneutralidade. A teoria da eletroneutralidade foi proposta por Henderson em 1908, e nela, o organismo tende a manter o número de cargas positivas (cátions) e negativas (ânions) em equilíbrio. Os principais cátions são Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} e H^+ , e os principais ânions são Cl^- , HCO_3^- , fosfatos e lactato. Para a manutenção deste equilíbrio, o rim desempenha um papel fundamental eliminando as cargas em excesso. Neste sentido, quando há acúmulo de cargas positivas (cátions) o rim elimina mais componentes carregados positivamente, e de forma contrária, quando há excesso de cargas negativas (ânions), o rim elimina ânions, comportando-se de forma similar em ambas as situações (Cerri *et al.*, 2022; Ribeiro Filho *et al.*, 2024).

De acordo com Constable (1997), para bovinos adultos, os valores de ânion GAP estão entre 14 e 20 mmol/L, com valores acima de 20 podendo indicar acidose metabólica. Para bezerros neonatos hígidos, Freitas (2009) estabeleceu intervalo de confiança de $14 \pm 1,7$ mmol/L. De maneira prática, a avaliação do ânion GAP leva em consideração a diferença entre todos os cátions (C^+) e ânions (A^-) não mensurados, considerando-se a concentração dos principais eletrólitos do líquido extracelular (LEC), tais como Na^+ , K^+ , HCO_3^- , Cl^- , sendo ilustrado pela fórmula de Constable (1997).

$$[\text{C}^+] + [\text{Na}^+] + [\text{K}^+] = [\text{A}^-] + [\text{HCO}_3^-] + [\text{Cl}^-]$$

A mensuração da diferença de íons fortes (DIF) foi proposta em 1978, quando Stewart propôs uma nova teoria na qual são considerados os principais cátions (Na^+ , K^+ , Ca^{2+} e Mg^{2+}) e ânions (Cl^- , lactato, sulfatos, cetoácidos e AGNES dissolvidos no plasma), sendo as alterações na concentração de íons fortes uma das principais fontes de alteração no pH sanguíneo (Constable, 2014). De forma simplificada, a diferença de íons fortes pode ser calculada pela fórmula proposta por Constable (1997).

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

A faixa fisiológica da DIF para bovinos é de 38 a 46 mEq/L. Valores abaixo de 38 mEq/L são indicativos de acidose metabólica e valores acima de 46 mEq/L indicam alcalose metabólica (Constable, 2014).

3.3 Hemogasometria e parâmetros hemogasométricos

A utilização do exame hemogasométrico na rotina clínica é fundamental para estabelecer um prognóstico correto para o paciente com distúrbios gastrointestinais. Através da gasometria sanguínea, é possível determinar o estado eletrolítico e ácido-base do animal (Giambelluca *et al.*, 2016; Santarosa *et al.*, 2018).

Com a mensuração exata dos valores de pH sanguíneo, é possível determinar se o animal está em acidemia, pH abaixo de 7,39 ou alcalinemia, pH acima de 7,42. Além do pH, o exame de hemogasometria permite a avaliação de parâmetros como a pressão parcial de dióxido de carbono ($p\text{CO}_2$), a concentração de bicarbonato sérico, de dióxido de carbono total ($t\text{CO}_2$), o excesso de base (EB), além das concentrações de sódio (Na^+), potássio (K^+) e cloreto (Cl^-) sanguíneos (Santarosa *et al.*, 2018), cujas concentrações fisiológicas são descritas no Quadro 3.

Quadro 3. Concentrações fisiológicas dos parâmetros avaliados pelo exame de hemogasometria de bezerros hípidos entre 1 e 40 dias de idade.

Parâmetro	Freitas, 2009 ¹	Giambelluca et al., 2016 ²	Dillane et al., 2017 ³	Ha et al., 2020 ⁴
pCO₂ (mmHg)	46,06 – 48,25	45,5 – 51,8	43,27 – 58,65	47,03 – 53,45
HCO₃⁻ (mEq/L)	29,55 – 30,60	28,31 – 32,25	26,3 – 34,1	27,29 – 33,71
tCO₂ (mEq/L)	30,90 – 32,02	-	-	28,69 – 35,27
EB (mEq/L)	4,84 – 6,08	3,75 – 8,05	2,6 – 10,8	1,32 – 8,26
Na⁺ (mEq/L)	136,41 – 137,65	133,2 – 136,8	133,3 -140,2	136,88 – 144,42
K⁺ (mEq/L)	4,36 – 4,58	4,26 – 5,14	4,13 – 5,41	4,73 – 6,17
Cl⁻ (mEq/L)	98,36 – 99,82	-	93 – 101	96,65 -101,07
pH sanguíneo	7,39 – 7,42	7,39 – 7,43	7,37 – 7,46	7,35 – 7,43

¹Animais Girolando, entre 3 e 30 dias de vida; ²Animais Holandês x Chairólês, entre 19 e 39 dias de vida; ³Animais Holandês, Jersey e Aberdeen Angus entre 1 e 30 dias de vida; ⁴Animais Hanwoo com aproximadamente 20 dias de vida.

A $p\text{CO}_2$ está diretamente ligada à capacidade de resposta respiratória a uma alteração do pH sanguíneo. A $p\text{CO}_2$ estimada em bovinos, de acordo com Freitas (2009), sem alterações metabólicas, é de 46,1 a 48,3 mmHg. Sendo assim, alterações caracterizadas pelo aumento dos valores de $p\text{CO}_2$ remetem a acidose respiratória, e a diminuição deste valor, retrata um quadro de alcalose respiratória.

O HCO_3^- sanguíneo em bovinos neonatos é de aproximadamente 30 mmol/L. As causas mais comuns de diminuição de bicarbonato em bezerros neonatos são os quadros de diarreia. A diminuição do HCO_3^- sanguíneo acarreta um quadro de acidose metabólica, que se não corrigido, pode levar o animal à morte, tendo em vista que o bicarbonato é o principal agente alcalinizante do organismo (Freitas *et al.*, 2009; Dillane *et al.*, 2018).

Os valores fisiológicos de $t\text{CO}_2$ em bovinos giram em torno de 32 mEq/L (Freitas, 2009; Ha *et al.*, 2020), e quando encontrado em valores inferiores ou superiores a este, indicam acidose e alcalose metabólicas, respectivamente. Entretanto, como os valores são altamente dependentes das variáveis metabólicas e respiratórias, sua interpretação acaba ficando limitada (Freitas *et al.*, 2010).

Como alternativa às anormalidades de $t\text{CO}_2$ e HCO_3^- , o excesso de base (EB) deve ser a principal alternativa para se mensurar o componente metabólico, tendo em vista que quadros agudos não interferem na sua concentração. O EB pode ser definido como a quantidade de ácido ou base que deve compor uma amostra de sangue para restaurar o pH para sua faixa de normalidade, e em bezerros neonatos é cerca de 5-6 mEq/L (Freitas, 2009; Silverstein e Hopper, 2015). A diminuição do EB, com valores negativos ou inferiores aos considerados normais, representa um processo de acidose metabólica. Por outro lado, valores mais positivos podem indicar alcalose metabólica. Em bezerros neonatos com diarreia, é comum que os valores sejam reduzidos devido à grande eliminação de bicarbonato nas fezes, retratando um quadro de acidose metabólica (Freitas *et al.*, 2010; Silverstein e Hopper, 2015).

A avaliação das concentrações de sódio é de extrema importância para identificação de hiponatremia, condição frequente em bezerros com distúrbios gastrointestinais. As concentrações de sódio em bezerros neonatos saudáveis são de aproximadamente 135 mmol/L (Freitas *et al.*, 2010; Giambelluca *et al.*, 2016).

Os valores de potássio, assim como os de sódio, também sofrem alterações devido ao quadro de diarreia. Entretanto, o comportamento do potássio se diferencia no primeiro

momento, sendo comum encontrar hipercalemia transitória, que posteriormente evolui para hipocalcemia. Os valores de potássio em animais hígidos são de aproximadamente 4,5 mEq/L (Freitas *et al.*, 2010; Dillane *et al.*, 2018).

As alterações na concentração de cloreto tendem a ser inversamente proporcionais à concentração de bicarbonato. Isto acontece devido ao aumento da reabsorção de cloreto pelos rins na tentativa de manter o equilíbrio entre cargas negativas, já que grandes quantidades de bicarbonato estão sendo eliminadas nas fezes. As concentrações de cloreto em animais sem alterações fisiológicas são de cerca de 99 mEq/L (Freitas *et al.*, 2010).

3.4 A urina como ferramenta de avaliação do distúrbio ácido-base e da desidratação

3.4.1 pH de urina

O pH urinário é reflexo da presença de cátions e ânions distribuídos na urina, além do balanço entre os íons H^+ e HCO_3^- . O pH urinário de ruminantes varia de 7,4 a 8,4 podendo se alterar devido ao tipo de dieta fornecido ao animal. Para animais em regime de pastejo é comum que o pH esteja mais alcalino, próximo de 8. Já para animais que recebem dietas ricas em concentrado, o pH se encontrará mais ácido, com valores próximos a inferiores a 7 (Araújo *et al.*, 2009; Correa *et al.*, 2009; Kume *et al.*, 2010).

Em grande parte dos casos, o pH urinário pode refletir o *status* ácido-base do organismo. Entretanto, devido ao mecanismo compensatório, não reflete exatamente o que acontece no sangue. Em animais com acidose metabólica ou respiratória, o pH urinário é acidificado, refletindo a acidificação do pH sanguíneo (Maruta *et al.*, 2008; Constable *et al.*, 2009).

3.4.2 Densidade específica

A densidade específica pode ser definida pelo peso da urina em relação ao peso da água destilada. Este parâmetro está diretamente relacionado à função renal, pois reflete a ação dos túbulos renais, fornecendo uma estimativa do número de partículas dissolvidas na urina. A faixa ideal para animais adultos é de 1,020 a 1,050, mas para animais neonatos a densidade urinária é menor, abaixo de 1,010, possivelmente devido à dieta restritamente líquida (Megahed *et al.*, 2019; Espinosa, 2020).

Em animais desidratados, a densidade urinária tende a se elevar devido a diminuição do volume de água eliminado pelos rins. Por outro lado, quando a densidade específica está reduzida, tem-se um indicativo de que a função renal está prejudicada, o que pode acontecer nos casos de

desidratação grave. Isso ocorre devido à baixa concentração de sódio tubular, que é insuficiente para manter o mecanismo de contracorrente para a reabsorção de água (Hennemam *et al.*, 1996; Megahed *et al.*, 2019; Espinosa, 2020).

3.5 Fisiopatogenia da diarreia

A diarreia pode ser definida pelo aumento do volume e diminuição da consistência fecal, caracterizando a evacuação de um material aquoso, podendo ou não ser acompanhado do aumento na frequência de evacuações. Além disso, pode ser classificada quanto à sua fisiopatogenia, podendo ser osmótica, secretora ou má absorptiva. Entretanto, na maioria dos casos, a diarreia ocorre pela combinação de dois ou mais fatores (Field, 2003; Viswanathan *et al.*, 2009).

As diarreias osmóticas ocorrem quando grandes quantidades de substrato chegam ao intestino e não são absorvidos. Normalmente são ocasionadas pela grande ingestão de carboidratos (sacarose, lactose, manitol, glicose e propilenoglicol). Isso ocorre devido a necessidade do organismo de manter o equilíbrio e corrigir a diferença de concentração do meio interno e externo, fazendo com que o líquido migre da região intracelular, meio menos concentrado, para o meio mais concentrado, o lúmen intestinal (Field, 2003).

Nos quadros de diarreia secretora, ocorrem estímulos patológicos nas criptas intestinais devido a toxinas liberadas por microrganismos, que estão associados ou não à ação de mediadores inflamatórios, como prostaglandinas. Quando estas substâncias entram em contato com as células intestinais, causam o aumento exacerbado das secreções que não são absorvidas por completo no trato gastrointestinal (Gookin *et al.*, 2002; Field, 2003).

As diarreias caracterizadas por má absorção ocorrem devido à destruição das vilosidades intestinais, decorrente da ação de patógenos como vírus e protozoários. Além de comprometer a absorção de nutrientes, esta destruição permite que alguns componentes cheguem à porção do cólon mal digeridos e propiciam uma fermentação indesejada devido à ação da microbiota local (Gookin *et al.*, 2002; Foster e Smith, 2009).

De forma geral, todos os mecanismos de diarreia levam ao aumento das perdas fecais de eletrólitos e água. Entre os eletrólitos mais importantes, podem ser citados Na^+ , K^+ e Cl^- . Os animais jovens são mais sensíveis às perdas de líquidos corporais quando comparados aos animais adultos, mesmo apresentando teores de líquidos corporais maiores. Em casos graves,

as perdas totais podem atingir até 21% do peso total do animal nas primeiras 24 horas (Berchtold, 1996; Berchtold, 2009; Dohyeon *et al.*, 2020).

Com as perdas elevadas de sódio, potássio, cloreto e bicarbonato, os animais apresentam redução do volume de fluido extracelular, o que ocasiona redução do volume plasmático, do retorno venoso, além de desidratação. Durante este processo, os rins tendem a diminuir a taxa de filtração para diminuir a eliminação de água e eletrólitos, mas se a taxa de eliminação fecal ainda se mantiver elevada, o processo de desidratação se agrava e a função renal não é estabelecida (Berchtold, 1999; Sharma, 2024).

Com a diminuição da taxa de filtração renal, a eliminação do íon H^+ é reduzida de forma considerável e o animal pode entrar em quadro de acidose metabólica. Para agravar ainda mais a situação, o substrato oriundo da alimentação, que não tem sua completa digestão e absorção nos intestinos, é fermentado no intestino grosso do animal, formando ácido lático, o que agrava a acidose metabólica (Lorenz, 2009; Sharma, 2024).

Adicionalmente, a desidratação leva à diminuição da oxigenação tecidual devido à baixa perfusão. Como consequência, ocorre aumento da glicólise anaeróbica, processo este que gera ácido lático, intensificando o quadro de acidose metabólica (Lorenz, 2009; Lorenz e Gentile, 2014).

Outro grande agravante dos quadros de diarreia é a alteração da composição plasmática no que diz respeito a mudanças nas concentrações dos principais eletrólitos. As perdas de bicarbonato nas fezes, por exemplo, comprometem a capacidade de tamponamento dos ácidos no fluido extracelular, contribuindo para a acidose metabólica e ineficiência do sistema tampão (Kang *et al.*, 2020).

O potássio, outro eletrólito importante, também se altera nos quadros de diarreia. As alterações de potássio podem ser difíceis de entender, já que no primeiro momento é comum que as concentrações se elevem, caracterizando uma hipercalemia. Neste caso em específico, a hipercalemia é transitória e se justifica pelo mecanismo de homeostase, que tenta manter a eletroneutralidade. Como as concentrações de H^+ se elevam no meio intracelular, o organismo retira potássio de dentro da célula na tentativa de manter o equilíbrio, aumentando sua concentração na circulação (Sweenwy, 1999; Kang *et al.*, 2020).

3. 6 Hidratação na medicina e na medicina veterinária

O primeiro relato que se tem da tentativa do uso de fluidos intravenosos é de 1827, quando a epidemia de cólera, que tomava conta de países como a Inglaterra, Rússia e Estados Unidos, cuja população estava sendo devastada. Na época, Willian Brook reconheceu que a desidratação era um fator que levava à morte e precisava ser corrigida. Na tentativa de salvar os pacientes acometidos pela doença, dois médicos russos administraram cerca de 200 mL de água em uma paciente que veio a óbito cerca de duas horas depois (Barsoum e Klerman, 2002). No ano de 1832, um médico britânico chamado Tomas Latta infundiu a primeira solução salina descrita em uma paciente que também veio a óbito logo após o procedimento. Mais tarde, em 1833, surgiu o primeiro relato da administração bem sucedida da solução salina. Na época, uma paciente de 52 anos considerada grave, recebeu cerca de 330 mL de solução durante 12 horas e recuperou completamente (Barsoum e Klerman, 2002).

A partir de 1882, após o desenvolvimento da solução salina a 0,9%, a utilização do componente se tornou uma alternativa para o tratamento de distúrbios hemodinâmicos. Em 1918, essa solução foi utilizada em diversas crianças que se recuperaram completamente após o tratamento (Cosnett, 1989; Holliday e Ray, 2007). Em 1940, surgiram os primeiros estudos sobre a utilização de soluções eletrolíticas orais na Índia, também com o objetivo de tratar casos graves de cólera. Entretanto, foi em 1971, após intensa utilização na guerra que ocorreu entre Índia e Paquistão, que a terapia foi liberada para uso domiciliar (OMS, 2002).

Na medicina veterinária, a utilização de soluções eletrolíticas ocorre praticamente em toda área clínica. As soluções intravenosas, grande parte destinadas ao uso em humanos, são encontradas em diversas formulações e funções diferentes. Apesar de serem eficientes, algumas opções podem ser difíceis de serem encontradas no mercado, além de a sua administração ser trabalhosa em condições de campo devido ao volume e tempo gasto, especialmente para grandes animais (Constable, 2003; Berchtold, 2009). Em contrapartida, outra opção disponível é a administração de soluções eletrolíticas orais. Este tipo de formulação permite o fornecimento de grandes volumes de solução em um curto espaço de tempo. Além disso, favorece a recuperação de pacientes que ainda não estão em estado crítico, funcionando também como uma terapia preventiva (Ribeiro Filho *et al.*, 2003; Berchtold, 2009).

3.6.1 Tipos de soluções para hidratação

As soluções de administração intravenosa ou oral podem ser classificadas de acordo com sua tonicidade. Do ponto de vista clínico, conhecer a tonicidade da solução empregada é

fundamental para garantir o sucesso do tratamento e evitar possíveis imprevistos. A osmolaridade, expressa em mOsm/L, pode ser calculada a partir da concentração de partículas presentes na solução (Grunberg *et al.*, 2006; Grunberg *et al.*, 2007). As soluções usadas são classificadas em hipotônicas, isotônicas e hipertônicas. Em bovinos, a osmolaridade plasmática é próxima de 285 mOsm/L. Sendo assim, as soluções hipotônicas são aquelas que possuem a osmolaridade abaixo deste valor, com valores próximos a 275 mOsm/L, seguida das soluções isotônicas, com valores variando entre 275 e 295 mOsm/L, e finalmente as soluções hipertônicas, com valores superiores a 295 mOsm/L (Constable, 2006; Taylor *et al.*, 2017). O ideal é que as soluções intravenosas utilizadas em bovinos sejam isotônicas ou hipertônicas, pois os eritrócitos desses animais são sensíveis a alterações induzidas por soluções hipotônicas, principalmente quando administradas em grandes volumes, o que pode causar hemólise intravascular (Constable, 2006).

Do ponto de vista prático, calcular a osmolaridade expressa em mOsm/L, ou osmolalidade que é expressa em mOsm/Kg, é relativamente simples, basta compreender a composição básica da solução e de seus componentes. A solução de NaCl a 0,9%, por exemplo, possui cerca de 154 mEq/L de Na⁺ e cerca de 154 mEq/L de Cl⁻. Somando os componentes, a solução tem uma osmolaridade aproximada de 308 mOsm/L, sendo levemente hipertônica, porém ainda classificada como isotônica (Rasouli, 2016; Constable *et al.*, 2020).

3.7 Soluções intravenosas empregadas na diarreia neonatal no Brasil

3.7.1 Soluções de NaCl

A solução de cloreto de sódio pode ser encontrada de duas formas, a primeira e mais comum, é a solução isotônica a 0,9%, que é comumente utilizada na medicina veterinária. A segunda pode ser classificada como uma solução hipertônica, sendo encontrada na concentração de 7,2%. Essas soluções são utilizadas em situações diferentes e podem apresentar algumas falhas quando utilizadas para o tratamento de bezerros com diarreia neonatal devido à ausência de potássio em sua formulação e capacidade de acidificação (Constable *et al.*, 2005; Constable *et al.*, 2020).

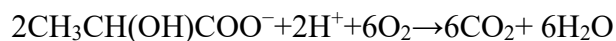
As soluções hipertônicas são usadas principalmente em casos mais graves, nos quais o animal já se apresenta em estado semicomatoso e precisa de uma terapia mais intensa. A administração dessas soluções na taxa de 1 mL/kg/min tem a capacidade de elevar o débito cardíaco. Isto acarreta no aumento da pressão de enchimento circulatório, elevando o

fornecimento sistêmico de oxigênio e a pressão arterial média. Em contrapartida, diminui a resistência vascular periférica total e a resistência vascular pulmonar. Com a elevação do débito cardíaco, a taxa de filtração glomerular aumenta, restaurando a produção de urina, que contribui para a normalização do equilíbrio ácido-base (Constable *et al.*, 1994; Constable, 1999).

3.7.2 Solução Ringer com Lactato

A solução de ringer com lactato é amplamente utilizada no tratamento de diarreia neonatal em bezerros, principalmente se o animal ainda conseguir ficar de pé. Considerada uma solução levemente hipotônica, possui uma osmolaridade de 256 mOsm/L e composição semelhante ao plasma sanguíneo nos quesitos K^+ , Ca^{2+} e Cl^- . Entretanto, as concentrações de Na^+ , L- e D-lactato ($CH_3CH(OH)COO^-$) são um pouco diferentes daquelas encontradas no plasma desses animais (Doré *et al.*, 2019; Constable, 2020).

A solução tem uma boa capacidade de alcalinização, tendo em vista que fornece um ânion forte, L-lactato, que pode ser removido do plasma via gliconeogênese, dando origem a glicose, enquanto consome dois prótons. Além disso, uma quantidade variável de L-lactato é convertida em piruvato por lactato desidrogenase no citosol, o que gera o consumo de um próton e, em seguida, oxidado nas mitocôndrias através da via do ácido cítrico para produzir dióxido de carbono e água (Naylor, 1986; Constable *et al.*, 2021).



3.7.3 Soluções de bicarbonato de sódio

Assim como as soluções de NaCl, as soluções de bicarbonato de sódio também podem ser encontradas em diversas concentrações. Basicamente, podem ser isotônicas ou hipertônicas. As soluções isotônicas são encontradas nas concentrações de 1,3 ou 1,4% respectivamente. (Aydogdu *et al.*, 2005; Berchteld *et al.*, 2005). Essas soluções são uma ótima alternativa para o tratamento de animais com acidose metabólica moderada ou grave, tendo em vista que o bicarbonato vai tamponar de forma direta os íons de hidrogênio, contribuindo para a normalização do pH sanguíneo (Constable, 2004).

Já a solução hipertônica de bicarbonato, encontrada na concentração de 8,4%, com osmolaridade de 2.000 mOsm/L, é uma ótima opção para tratar animais com acidose metabólica grave devido à alcalinização rápida. Entretanto, é preciso tomar alguns cuidados com esta

solução no que diz respeito ao tipo de paciente e aos efeitos colaterais (Coskun *et al.*, 2010). Esta solução não deve ser administrada em volume superior a 1 mL/kg de peso corporal. Administrar volumes superiores a este pode ser perigoso devido à acidose paradoxal do líquido cefalorraquidiano e trazer sequelas graves para o animal. Entretanto, este tipo de alteração é mais comum em animais que apresentam quadros de doença respiratória que possam impedir que o animal controle as concentrações de ácidos no organismo (Berchteld *et al.*, 2005; Abeysekara *et al.*, 2012).

3.8 Fluidoterapia oral em bezerros

O uso de soluções orais pode ser definido como o tratamento padrão-ouro para bezerros com diarreia neonatal. Esse tipo de formulação permite a administração de grandes volumes em curto espaço de tempo, previne a desidratação severa e impede que o animal sofra um intenso desequilíbrio ácido-base (Smith, 2009; Constable, 2020). Além disso, as formulações orais possuem capacidade de dar suporte energético ao animal doente, possuem custo significativamente inferior às soluções intravenosas, são de fácil administração e podem ser confeccionadas na própria fazenda com ingredientes facilmente encontrados (Smith, 2014).

As soluções orais inicialmente foram utilizadas no século XX para tratamento de cólera em humanos, e com base nos preceitos da organização mundial da saúde, deveriam cumprir alguns requisitos, tais como: ser uma solução isotônica que continha uma mistura aproximadamente equimolar de sódio (90 mmol/L) e glicose (2%); conter potássio por causa da depleção severa de potássio associada à diarreia e anorexia; conter glicina, para facilitar a absorção de sódio, glicose e água, assim como conter bicarbonato para corrigir a acidose metabólica associada à diarreia (Michael, 1988; Smith, 2009).

Entretanto, as soluções orais para bezerros diferem consideravelmente das soluções utilizadas na medicina humana devido a algumas particularidades. Uma das diferenças mais significativas é que os bebês humanos possuem uma capacidade de transpiração muito maior do que a de bezerros neonatos, isso faz com que eles sofram menos com uma hiponatremia, diferentemente de bezerros neonatos, nos quais a hiponatremia é encontrada com frequência. Assim, as soluções para bezerros neonatos necessitam de maiores concentrações de sódio (Constable, 2005; Trefz *et al.*, 2017).

Com relação à osmolaridade, as soluções orais de reposição administradas em bezerros neonatos com diarreia devem ter sua osmolaridade variando de 300 a 700 mOsm/L. Soluções

que possuem osmolaridade inferior a 300 mOsm/L, nem sempre são suficientes para reestabelecer os valores plasmáticos ideais de sódio, principalmente em animais já desidratados. Além disso, soluções com osmolaridade inferior a 300mOsm/L, possuem concentração insuficiente de conteúdo energético devido à baixa concentração de glicose disponível na mistura (Smith, 2009; Constable *et al.*, 2017).

Recentemente, em crianças, a recomendação é que as soluções tenham aproximadamente 245 mOsm/L. A redução da osmolaridade das soluções, parecem aumentar a absorção de água no intestino e reduzir o volume de fezes. Entretanto, a utilização de soluções hipotônicas pode ter benefícios ainda pouco esclarecidos em bezerros neonatos, necessitando de mais estudos (Choice Study Group, 2001; Ribeiro filho, 2011).

De modo contrário, soluções com osmolaridade superiores a 600mOsm/L podem ser prejudiciais ao animal devido à diminuição da taxa de esvaziamento abomasal, favorecendo ao timpanismo do órgão e predispondo o animal a infecções bacterianas oportunistas (Smith, 2009; Constable 2020).

De forma simples, a solução oral escolhida deve cumprir quatro requisitos básicos: fornecer sódio suficiente para normalizar o volume do líquido extracelular; agente que possam funcionar como carreadores de sódio e que auxiliam na absorção de água, a exemplo da glicose; fornecer um agente alcalinizante; fornecer energia para o animal, suprimindo o balanço negativo e impedindo a perda de peso acentuada devido a diminuição no consumo de alimento (Constable *et al.*, 2001; Smith 2009).

3.9 Composição das soluções orais

3.9.1 Sódio

Como o sódio é o principal determinante do líquido extracelular, e da osmolaridade plasmática, é essencial que as soluções orais tenham valores adequados deste componente. As concentrações de sódio são fundamentais para reverter a hiponotremia causada pela perda do eletrólito nas fezes (Smith, 2009; Smith, 2014).

A concentração ideal de sódio nas soluções orais ainda é uma incerteza, mas grande parte das pesquisas apontam que os valores devem estar entre 90 e 130 mmol/L. Concentrações inferiores a esta não são suficientes para corrigir de forma adequada a desidratação dos animais acometidos pela diarreia (Smith, 2009). Entretanto, é importante salientar que concentrações

superiores a 130mmol/L podem ser prejudiciais devido ao aumento acentuado da osmolaridade da solução, o que pode retardar o esvaziamento do abomaso e predispor o animal enfermo a complicações e a infecções secundárias (Constable, 2006; Smith, 2014).

3.9.2 Cloreto

As perdas de cloreto durante a diarreia são consideravelmente inferiores quando comparadas às perdas de sódio. Por esse motivo, grande parte das pesquisas aponta que as concentrações de cloreto devem estar entre 40 e 80 mEq/L (Smith, 2014).

Considerando a diferença de íons fortes, o ideal é que as concentrações de cloreto fiquem próximas ao limite inferior. Isso favorece uma SID mais elevada da solução, aumentando, conseqüentemente, seu potencial de alcalinização do sangue (Constable, 2005).

3.9.3 Potássio

O potássio, assim como sódio e o cloreto, é um elemento essencial para funções vitais e apresenta perdas consideráveis durante quadros de diarreia neonatal. Em casos agudos, quadros de hipercalemia transitória são comumente encontrados. Entretanto, em casos crônicos de diarreia, nos quais a perda fecal é alta, é comum que os animais enfrentem quadros de hipocalemia, o que pode prejudicar as funções do organismo. As concentrações ideais de potássio nas soluções podem variar de 10 a 30 mmol/L, o que, teoricamente, é suficiente para reestabelecer valores fisiológicos normais no sangue (Smith, 2009; Smith, 2014).

3.9.4 Componente energético

A glicose é um componente essencial nas formulações para soluções orais. Além de fornecer energia para o animal, que pode estar com apetite reduzido, ela também auxilia na absorção do sódio presente no lúmen intestinal através de um mecanismo de cotransporte. A partir da melhor compreensão deste mecanismo, em 1960, praticamente todas as soluções orais apresentam glicose em sua composição (Smith, 2009).

A quantidade ideal de glicose a ser adicionada nas formulações ainda é amplamente discutida. Entretanto, a taxa total de absorção intestinal de glicose em bezerros é de aproximadamente 2 a 3 g/kg de peso corporal. Nesse sentido, a adição de glicose nas formulações deve estar próxima deste valor. Além disso, é possível realizar uma comparação de proporções, sendo indicado que a relação de glicose:sódio em uma solução seja entre 1:1 e 3:1. O cálculo deve ser realizado utilizando a concentração de mmol/L de glicose, dividindo

pela concentração de mmol/L de sódio (Sen *et al.*, 2006; Smith, 2009). Ao checar esta proporção, é importante saber que quando a relação está abaixo de 1:1, a solução não apresenta conteúdo adequado para facilitar a absorção de sódio intestinal. De forma contrária, relações acima de 3:1, podem dificultar o esvaziamento abomasal e até mesmo favorecer a ocorrência de diarreia osmótica (Sen *et al.*, 2006; Smith, 2009).

3.9.5 Agente alcalinizante

A utilização de agentes alcalinizantes nas soluções orais é fundamental para auxiliar na resolução do quadro de acidose metabólica. Bezerros desidratados, com acidose metabólica grave, não têm o quadro revertido, mesmo com a hidratação básica, sem agente alcalinizante. Os agentes alcalinizantes mais utilizados são acetato, bicarbonato e propionato. O bicarbonato é um agente com boa eficiência de alcalinização, pois reage diretamente com os íons de hidrogênio formando CO₂ e H₂O. Já o acetato e o propionato possuem a necessidade de serem metabolizados pelo fígado para só então funcionarem como agente alcalinizante (Smith, 2009).

Entretanto, o acetato e o propionato apresentam algumas vantagens quando comparados com o bicarbonato. A primeira é que ambos facilitam a absorção de sódio, otimizando o aproveitamento do componente na solução. Além disso, eles produzem energia quando são metabolizados pelo organismo do animal. Ademais, o acetato e o propionato não interferem na coagulação do leite no abomaso e nem alteram o pH do órgão, enquanto o bicarbonato alcaliniza o pH abomasal e altera o processo de coagulação de leite (Smith, 2014; Constable, 2020).

3.10 Percepção gustativa em ruminantes

Os sentidos sensoriais: paladar, olfato, visão, audição e tato, são fundamentais para a sobrevivência do indivíduo em seu habitat. A captação sensorial permite que os animais se livrem de perigos no meio e principalmente os auxilia na busca por água e alimentos de alta qualidade. Entre os sentidos, o paladar tem grande importância para os ruminantes, pois permite identificar a presença de micotoxinas e a qualidade da forragem ingerida, determinando se o alimento será ou não ingerido (Lindermann, 2001; Vallentine, 2001).

Aparentemente, o sentido do paladar dos mamíferos é simples, tendo em vista que reconhece apenas cinco sabores básicos: doce, salgado, azedo, amargo e umami. O sabor doce indica presença de carboidrato nos alimentos, já o salgado sinaliza a presença de minerais, principalmente sódio. O sabor amargo reflete a alimentos com presença de toxinas, o azedo

pode indicar alimentos estragados e umami está ligado à presença de aminoácidos, e consequentemente, proteína (Beauchamp *et al.*, 1991; Breslin e Spercton, 2008).

O paladar é a sensação formada ainda na cavidade oral, especialmente na língua. Durante a captação, acondicionamento e mastigação do alimento pelo animal, o material desencadeia respostas gustativas em dois tipos de receptores (T1Rs e T2Rs), ambos membros de uma família de receptores acoplados à proteína G. Os receptores T1Rs são responsáveis pela percepção do gosto doce e umami, já os T2Rs são responsáveis pelo gosto amargo (Ginane *et al.*, 2011; Naveem *et al.*, 2022). Após o estímulo químico nos receptores, são formados impulsos elétricos que são transmitidos a três nervos, um ramo do nervo facial, chamado de corda tímpano, o glossofaríngeo e o nervo vago (Ginane *et al.* 2011; Naveem *et al.*, 2022).

Bezerros parecem ter preferência por substâncias mais adocicadas como glicina, frutose e sacarose. Entretanto, soluções com NaCl também são bem aceitas por alguns animais durante os testes de preferência. A variabilidade nos resultados possivelmente é devido às preferências sensoriais de cada indivíduo, mas as experiências no momento da ingestão e pós-ingestivas podem ajudar a construir a aceitabilidade do gosto pelo animal (Hellekant *et al.*, 1994; Ginane *et al.* 2011; Naveem *et al.*, 2022).

4 MATERIAL E MÉTODOS

Todos os procedimentos e protocolos utilizados nesta pesquisa foram previamente aprovados pela comissão de ética no uso de animais (CEUA) da Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG. Sob o protocolo de número 234/2024.

4.1 Local e período de experimento

O experimento foi realizado no Biotério de Ruminantes da Escola de veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte – MG. O clima predominante da região é o tropical de altitude, com temperaturas amenas durante o ano e ocorrência de um inverno seco e verão chuvoso. A temperatura mínima e máxima registrada durante o período experimental, dentro das instalações, foi de 20 e 36°C, respectivamente.

4.2 Animais

Foram utilizados 24 bezerros, machos, da raça Holandês, incluídos no trabalho a partir do nascimento, com peso inicial aproximado de 40 kg, sendo originários de uma propriedade

leiteira na cidade de Inhaúma–MG. A propriedade em questão trabalha com sistema intensivo confinado em *Compost Barn* e *Free Stall*, sendo que a maior parte das fases de criação ocorre dentro dos galpões. As vacas gestantes são alojadas em uma maternidade e são direcionadas à baia de parição com cama de maravalha quando a segunda fase do parto (fase de expulsão) é identificada.

4.3 Manejo inicial

Após o nascimento, os animais foram direcionados ao bezerreiro individual, previamente limpo e desinfetado, onde foram realizados os primeiros cuidados com o neonato. A cura do umbigo foi realizada com a utilização de tintura de iodo 10%, sendo o coto umbilical imerso por completo na solução e permaneceu assim por, pelo menos, 30 segundos. Após isso, os animais receberam o equivalente a 10% do peso vivo de um *pool* de colostro previamente preparado com 24% de Brix. A colostragem foi realizada por mamadeira, mas caso o animal não ingerisse o volume previamente estipulado, o procedimento foi finalizado com auxílio de uma sonda oro-esofágica. Para minimizar os riscos de contaminação natural por *Cryptosporidium parvum*, os bezerros permaneceram por, no máximo, 24 horas na fazenda, e posteriormente foram transportados em um veículo com ar-condicionado para o galpão de ruminantes nas horas mais frescas do dia.

4.4 Manejo no galpão

Ao chegar no galpão, os animais foram alojados em duplas, em baias de alvenaria com presença de cama de maravalha e tinham acesso a água e ração *ad libitum* composta por fubá de milho, farelo de soja e núcleo, totalizando 20% de proteína bruta. A alimentação dos animais foi composta por seis litros de sucedâneo lácteo¹, divididos em dois fornecimentos diários, sendo o primeiro às 07h e o segundo às 16h. No terceiro dia de vida (Dia basal) os animais receberam, por via oral, 1×10^6 oocistos de *Cryptosporidium parvum* previamente purificados diluídos em 15 mL de solução fisiológica. Ao completar cinco dias de vida, os bezerros então foram deslocados para o *Tie Stall*, onde permaneceram alojados de forma individual até o 20º dia de vida.

¹ Nurture Prime ®. – Nutron – Brasil.

A identificação da diarreia se deu após um período mínimo de dois dias de inoculação, com a média geral de início da doença no oitavo dia de vida. A diarreia foi classificada seguindo a escala de McGuirk (2008).

4.5 Delineamento experimental

Os 24 bezerros foram divididos em três grupos com oito animais cada um. Os animais foram direcionados de forma aleatória através de um sorteio previamente realizado de acordo com a ordem de nascimento, caracterizando um delineamento inteiramente ao acaso. Os grupos experimentais foram denominados de grupo controle (CON), grupo solução (SOL) e grupo palatabilizante (PAL) (Tabela 1). No grupo SOL, um bezerro não apresentou diarreia, sendo excluído do estudo. As atividades realizadas durante toda fase experimental estão ilustradas na (Figura 1).

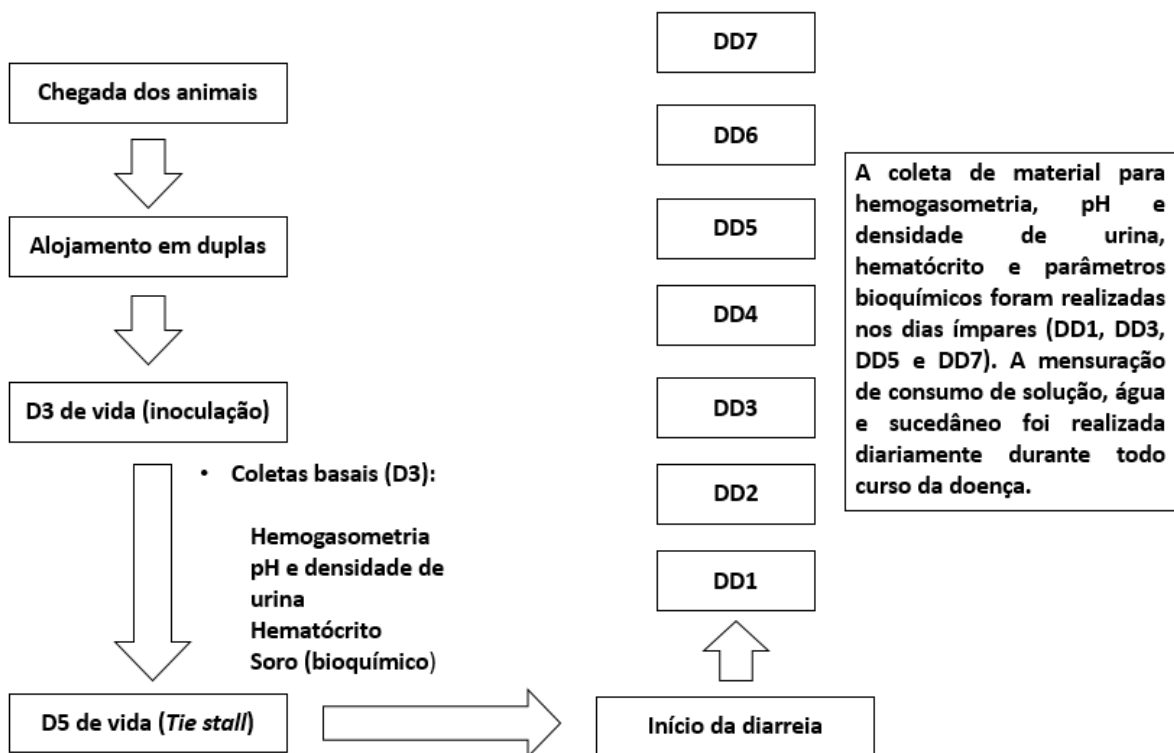


Figura 1. Esquema descritivo de atividades realizadas durante a fase experimental para avaliação da ingestão voluntária de água e solução eletrolítica contendo ou não palatabilizante em bezerros com diarreia por criptosporidiose induzida experimentalmente.

As soluções administradas foram previamente formuladas para serem soluções consideradas isotônicas (Tabela 2), não havendo diferença na osmolaridade das soluções do grupo solução e palatabilizante².

² PiggySweet® - Phytobiotics – Germany.

Tabela 1. Descrição dos grupos experimentais para avaliação de ingestão voluntária de água e solução eletrolítica contendo ou não palatabilizante em bezerros com diarreia por criptosporidiose induzida experimentalmente.

Grupo*	N amostral	Tratamento
CON	8	Animais que não receberam solução eletrolítica durante a diarreia
SOL	7	Animais que receberam solução eletrolítica sem palatabilizante durante a diarreia
PAL	8	Animais que receberam solução eletrolítica com palatabilizante comercial durante a diarreia

*CON – controle; SOL – solução sem palatabilizante; PAL – solução contendo palatabilizante.

Tabela 2. Ingredientes e potencial osmótico das soluções utilizadas nos grupos experimentais para avaliação de ingestão voluntária de água e solução eletrolítica contendo ou não palatabilizante em bezerros com diarreia por criptosporidiose induzida experimentalmente.

Ingrediente	SOL	PAL
NaCl	3,5g	3,5g
KCl	1,5g	1,5g
Acetato de sódio tri hidratado	7g	7g
Glicose de milho	15g	15g
Palatabilizante*	0	0,1g
Água	1L	1L
Osmolaridade calculada (mOsm/L)	334	334

SOL – solução sem palatabilizante; PAL – solução contendo palatabilizante; * PiggySweet® - Phytobiotics – Germany.

4.6 Coleta de dados

4.6.1 Consumo de solução

O início do fornecimento das soluções se deu a partir da identificação do início da diarreia, sendo prorrogado até o dia 7 (DD7) do curso da doença. As soluções foram fornecidas aos animais, duas vezes por dia, sendo a primeira às 09:00 h e a segunda às 14:30 h. A água utilizada para preparo das soluções foi previamente aquecida até a temperatura de 37°C e os ingredientes foram dissolvidos de acordo com o grupo experimental. Foi ofertado uma

quantidade conhecida de solução (2L), em um recipiente plástico do tipo balde, que ficava ao alcance do bezerro por cerca de 15 minutos. Após esse tempo, o volume restante da solução foi aferido para calcular o volume consumido pelo animal naquele momento. Processo este que foi repetido até o sétimo dia de diarreia. Caso o animal não ingerisse a solução de forma voluntária no balde, a solução era transferida para o recipiente de amamentação para estimular o consumo do animal, fato este que ocorreu especialmente em dois momentos (DD3 e DD4) para o animal 57.

4.6.2 Consumo de água

Os animais receberam, a partir do terceiro dia de vida, uma quantidade conhecida de água em um recipiente plástico do tipo balde para mensuração do consumo. A cada 24 horas, as sobras foram mensuradas e a água do recipiente renovada. A água disponível foi suficiente para atender o consumo do animal nas 24 horas, salientando que em nenhum momento os animais passaram por restrição hídrica.

4.6.3 Consumo de sucedâneo

Os animais receberam 6L diários de sucedâneo divididos em dois momentos. A mistura continha $13\% \pm 0,2\%$ de matéria seca e foi fornecida em baldes com bico³. A dieta líquida foi a mesma durante toda a fase experimental.

4.6.4 Exame físico

Os exames físicos foram realizados diariamente, de forma sistemática, seguindo do bezerro mais novo para o mais velho, entre as 07:30 e 09:00 h, até os animais completarem 20 dias de vida.

A realização dos exames seguiu a mesma rotina diária, sempre após o aleitamento da manhã. Foi avaliado comportamento, postura, temperatura corporal, coloração de mucosas, estado de desidratação, escore de fezes e frequências cardíaca e respiratória. Para a avaliação de parâmetros como estado de desidratação, estado geral e escore de fezes foram utilizadas as escalas descritas na Tabela 3. Já a avaliação das frequências cardíaca e respiratória, foi mensurada através de auscultação por meio de um estetoscópio durante um minuto.

³ Milk Bar ® - Nova Zelândia.

Tabela 3. Escalas de pontuação utilizadas para avaliação de condição geral, escore de fezes e grau de desidratação para avaliação de ingestão voluntária de água e solução eletrolítica contendo ou não palatabilizante em bezerros com diarreia por criptosporidiose induzida experimentalmente.

Parâmetro	Referência	
Comportamento	0 = Fisiológico – animal ativo, em estação	
	1 = Semi-apático – animal deprimido se levanta com dificuldade, redução de apetite, reage pouco aos estímulos externos.	Ferreira (2001)
	2 = Apático – animal inapetente, incapaz de levantar-se, não se alimenta, não reage aos estímulos externos.	
	3 = Coma	
Escore de fezes	McGuirk (2008)	
0 = normal, firme, coloração amarronzada, períneo e cauda limpos e secos);		
1 = Pastosa, semi-formada;		
2 = Pastosa com maior quantidade de água: permanece sobre a “cama”; conteúdo fecal aderido ao períneo e cauda;		
	3 = Líquida: aquosa, conteúdo fecal aderido ao períneo e cauda.	
Grau de desidratação	0 = Ausente	Adaptado de Radostits et al. (2007)
	1 = leve (Perda de elasticidade da pele, boca seca e conjuntiva hiperêmica)	
	2 = moderada (Enoftalmia, aumento nos tempos de repleção capilar e dos sinais supracitados)	
	3 = intensa (Decúbito, extremidades frias e exacerbação dos sinais supracitados).	

4.6.5 Coleta de material

Para a realização dos exames laboratoriais, foram realizadas coletas de sangue e de urina em cinco momentos durante a fase experimental. As coletas de sangue foram realizadas pela punção da veia jugular externa no terceiro dia de vida (momento basal) e dias um (DD1), três (DD3), cinco (DD5) e sete (DD7) de diarreia, com o objetivo de realizar o exame de hemogasometria, mensuração do volume globular e obtenção de soro para posteriores análises bioquímicas. A coleta de sangue para realização da hemogasometria foi feita através de uma

seringa de 3 mL e agulha 25x7, sem presença de anticoagulante e processadas imediatamente em aparelho portátil⁸, sendo realizada no primeiro momento da manhã antes do primeiro fornecimento de sucedâneo. Para a coleta de sangue destinada à obtenção de soro, foram utilizados tubos sem anticoagulante em sistema à vácuo.

A coleta de urina acompanhou a mesma rotina das coletas de sangue, com exceção do pH urinário que foi realizado diariamente durante o curso da diarreia logo após a coleta. Para a coleta de urina foi realizado massagem prepucial com movimentos circulares para estimular a micção do animal. Após isso, 15 mL de urina foram armazenados em tubos tipo Falcon a -20°C para posterior análise de densidade urinária.

4.7 Análises laboratoriais

As análises sanguíneas de pH, pCO₂, HCO₃⁻, BE (excesso de base), tCO₂, sódio e potássio foram realizadas através de um analisador clínico portátil⁴ imediatamente após a coleta utilizando cartuchos⁵ específicos.

Para mensurar o hematócrito, utilizou-se a técnica de microhematócrito, na qual 2/3 do capilar foi preenchido pelo sangue com EDTA e então foi centrifugado por 5 minutos em centrífuga de microhematócrito com rotação de 5.000 rpm e destinado à leitura em régua específica.

As análises de urina foram realizadas em dois momentos distintos, o pH urinário foi mensurado logo após a coleta utilizando um pHmetro de bancada⁶. E a análise de densidade urinária foi feita com a utilização de um refratômetro portátil após o descongelamento das amostras anteriormente armazenadas.

Análises bioquímicas referentes à albumina, proteína total, ureia, creatinina e cloreto foram realizadas nas amostras de soro previamente armazenadas em *freezer* a -20°C, as quais foram descongeladas e aliqüotadas em microtubos de 0,5mL e processadas em analisador bioquímico de bancada⁷.

⁴ I-STAT® 1. Abbott laboratories – EUA.

⁵ CG8+ Abbott Point Of Care Inc – EUA.

⁶ K39-1410A. Kasvi – Pinhais, PR.

⁷ Cobas Mira Plus. Roche Diagnostic - Suíça

4.8 Análises estatísticas

Todas as análises estatísticas foram realizadas através do Software R Core Team 2024, sendo adotado um nível de significância de 0,05 para todas as comparações realizadas. Para avaliação dos efeitos do tratamento (grupos CON, PAL e SOL) e tempo (DD1 a DD7), sobre as variáveis contínuas foram ajustados modelos lineares de efeitos mistos. Para as variáveis com distribuição normal, foi utilizada a abordagem paramétrica, com aplicação do teste ANOVA. Para a variável pH sanguíneo, que não atendeu aos requisitos de normalidade, foi utilizado o método não paramétrico de Kruskal-Wallis.

Para a análise do consumo de água, de sucedâneo e de solução também foram empregados modelos mistos lineares com efeitos sobre o grupo, dias de vida, dias de diarreia e efeito individual. Para análises da variável consumo de solução, foi empregado o modelo GAM (Modelo aditivo generalizado). Este modelo permite modelar relações possivelmente não lineares entre uma variável preditora (grupo tratado) e uma variável resposta (ingestão de solução), mantendo os efeitos individuais de cada tratamento. Assim, o modelo possibilita a suavização residual, já que os resíduos da análise em questão não seguiram uma distribuição normal, o que impossibilitou que a análise fosse realizada de forma linear. A comparação entre os grupos neste modelo foi realizada com o pacote emmeans, para cálculo das médias marginais estimadas.

Para associação das variáveis categóricas, foi empregado um modelo de regressão logística multinomial para identificar a existência de uma relação entre as variáveis e ausência ou presença de diarreia. Assim, para a comparação entre os grupos, foi utilizado o teste Qui-quadrado.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Consumo total, sucedâneo, solução e água

Não houve diferença no consumo total de líquidos entre os grupos ($p > 0,05$). Apesar de ter sido fornecido 6L de sucedâneo diariamente, os animais consumiram cerca de 1L a menos, em média, durante toda a fase experimental, sem diferenças entre os grupos. Com relação à ingestão de água, o CON ingeriu significativamente mais água que os demais grupos ($p \leq 0,05$), com média de 1,123 L durante toda a fase experimental, enquanto os grupos PAL e SOL alcançaram médias de 0,703 L e 0,719 L, respectivamente (Tabela 4). Isso ocorreu provavelmente devido à redução do volume plasmático circulante, que gerou aumento da sede

devido à diarreia. Ademais, a ausência do fornecimento de solução eletrolítica associada à diminuição do consumo de leite pelos animais permitiu que aumentasse o consumo de água (Figura 2). A elevação do consumo de água pode ser um reflexo do organismo para tentar manter a hidratação e reparação da perda de líquido através das fezes. De forma parecida, Wange *et al.* (2013) perceberam que após o início da diarreia, os animais aumentavam consideravelmente o consumo de água durante o dia, principalmente quando havia restrição de leite na alimentação.

Tabela 4. Valores de médias ajustadas e de erro padrão do consumo total de líquido, consumo de água, consumo de sucedâneo e consumo de solução de bezerros tratados ou não com solução eletrolítica contendo palatabilizante durante o curso da diarreia por criptosporidiose induzida experimentalmente.

Variável	Grupos		
	PAL	SOL	CON
Consumo total de líquidos	6,84 ± 0,353 ^A	5,80 ± 0,390 ^A	6,32 ± 0,369 ^A
Consumo de água	0,703 ± 0,109 ^A	0,719 ± 0,118 ^A	1,123 ± 0,118 ^B
Consumo de sucedâneo	5,071 ± 1,27 ^A	4,912 ± 1,26 ^A	5,048 ± 1,03 ^A
Consumo de solução	1,233 ± 0,121 ^A	0,565 ± 0,145 ^B	

PAL = grupo de bezerros que recebeu solução eletrolítica contendo palatabilizante; SOL = grupo de bezerros que recebeu solução eletrolítica sem palatabilizante; CON = grupo de bezerros que não recebeu nenhum tipo de solução eletrolítica. Médias com letras distintas nas linhas diferem estatisticamente ($p \leq 0,05$).

O grupo PAL apresentou maior consumo de solução eletrolítica durante a fase experimental comparado ao grupo SOL, correspondendo a mais que o dobro do consumo, com médias de 1,233 e 0,565 litros, respectivamente (Figura 3). Entretanto, o consumo médio de solução ficou abaixo do indicado, que é de 10% do peso vivo do animal (Tabela 5). O aumento da preferência pela solução contendo palatabilizante provavelmente se deve ao sabor adocicado do produto, o que estimula as papilas gustativas de forma positiva e gera no animal um valor hedônico positivo (Ginane *et al.*, 2011 e Naveen *et al.*, 2022). Da mesma forma, no trabalho realizado por Mcmeniman *et al.* (2006), houve uma tendência do aumento do consumo e ganho de peso ($p = 0,07$) dos animais que receberam adição de palatabilizante com componentes adocicados na dieta.

Tabela 5. Peso médio, ingestão desejada de solução eletrolítica equivalente a 10% do peso vivo em litros (L), ingestão real de solução eletrolítica, água e solução mais água em porcentagem do peso vivo (% do peso vivo) de bezerros tratados ou não com solução eletrolítica contendo palatibilizante durante o curso da diarreia por criptosporidiose induzida experimentalmente.

Grupo	Peso (kg)	Ingestão desejada equivalente a 10% do peso vivo(L)	Ingestão real de solução (% do peso vivo)	Ingestão real de água (% do peso vivo)	Ingestão real de solução + água (% do peso vivo)
PAL	42,75±5,0	4,2	2,9	1,56	4,5
SOL	42,1±3,9	4,2	1,3	1,7	3
CON	44,1±5,4	4,4	0	2,6	2,6

PAL = grupo de bezerros que recebeu solução eletrolítica contendo palatibilizante; SOL = grupo de bezerros que recebeu solução eletrolítica sem palatibilizante; CON = grupo de bezerros que não recebeu nenhum tipo de solução eletrolítica.

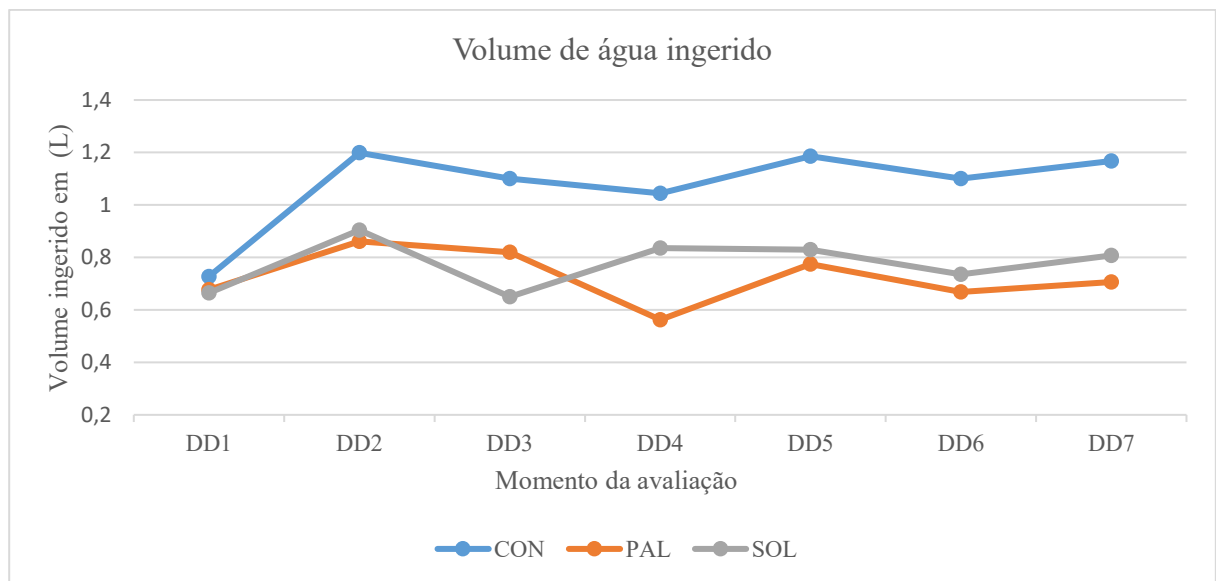


Figura 2. Volume de água ingerido pelos grupos experimentais de bezerros que não receberam solução eletrolítica (CON), receberam solução eletrolítica contendo palatibilizante (PAL) ou solução eletrolítica sem palatibilizante (SOL) durante o curso da diarreia por criptosporidiose induzida experimentalmente.

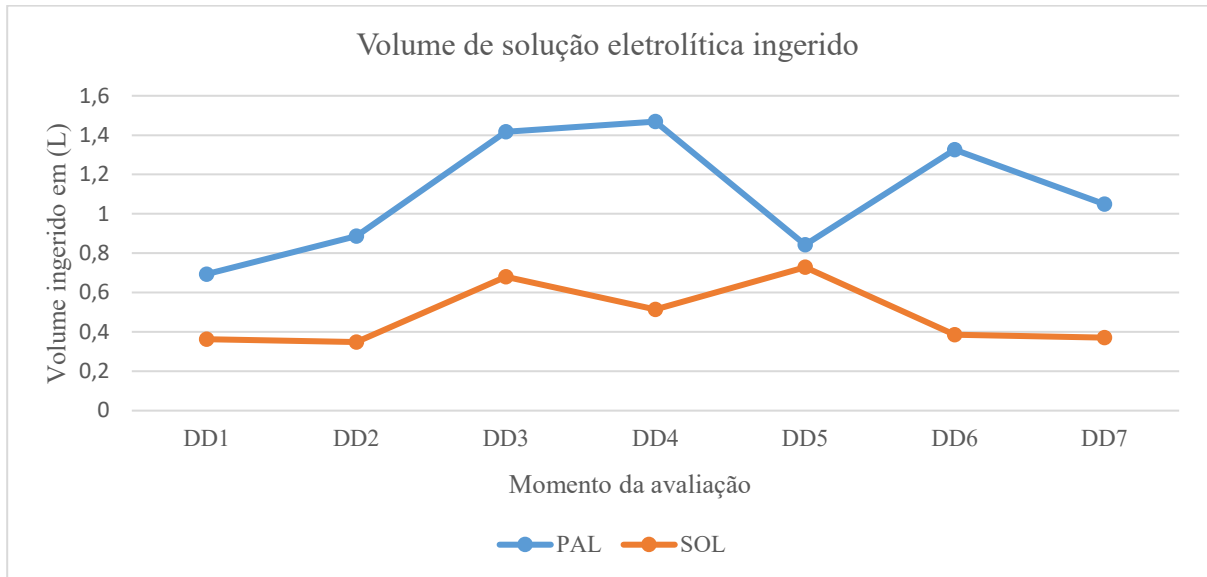


Figura 3. Volume de solução eletrolítica oral ingerido pelos grupos experimentais de bezerros que receberam solução eletrolítica contendo palatabilizante (PAL) ou solução eletrolítica sem palatabilizante (SOL) durante o curso da diarreia por criptosporidiose induzida experimentalmente.

5.2 Parâmetros eletrolíticos

Não houve diferença nas concentrações de Na^+ , K^+ , Ca^{++} e Cl^- entre os grupos (Tabela 6). Ao longo do tempo, as concentrações de K^+ e Ca^{++} também não apresentaram diferença (Figuras 5 e 6). Entretanto, as concentrações de Na^+ e de Cl^- variaram durante o curso da diarreia (Figuras 4 e 7).

Durante a fase experimental, um dos animais do grupo SOL não desenvolveu diarreia após inoculação, sendo excluído do estudo. Além disso, um animal do grupo SOL apresentou intensas alterações no equilíbrio ácido-base e eletrolítico, com quadro de hiponatremia intensa ($\text{Na}^+ = 110\text{mEq/L}$), menor concentração de sódio observada em todo o experimento, assim como acidose metabólica moderada (excesso de base = -4). Mesmo após a infusão com solução hipertônica de bicarbonato de sódio 8,4%, o animal foi a óbito ao final do DD5.

Tabela 6. Valores de médias ajustadas e de erro padrão de parâmetros eletrolíticos no sangue (Na^+ , K^+ , Ca^{++} , Cl^-) de bezerros tratados ou não com solução eletrolítica durante o curso com diarreia por criptosporidiose induzida experimentalmente.

Variáveis	Grupos		
	PAL	SOL	CON
Na^+	134±0,95	133±0,10	133±0,94
K^+	5,22±0,11	5,44±0,189	5,12±0,177
Ca^{++}	1,40±0,013	1,39±0,014	1,40±0,013
Cl^-	97,6±0,836	97,2±0,896	96,5±0,835

PAL = grupo de bezerros que recebeu solução eletrolítica contendo palatilizante; SOL = grupo de bezerros que recebeu solução eletrolítica sem palatilizante; CON = grupo de bezerros que não recebeu nenhum tipo de solução eletrolítica. Não houve diferenças estatísticas significativas entre os grupos em nenhuma das variáveis.

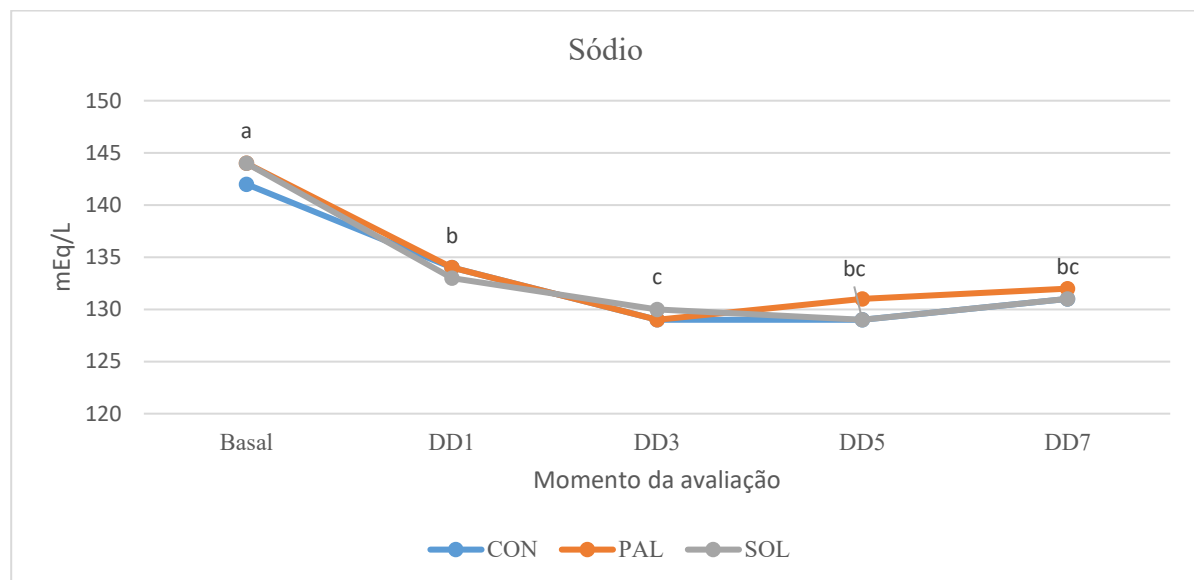


Figura 4. Variações nos níveis de sódio sérico de grupos experimentais de bezerros que não receberam solução eletrolítica (CON), receberam solução eletrolítica contendo palatilizante (PAL) ou solução eletrolítica sem palatilizante (SOL) durante o curso da diarreia por criptosporidiose induzida experimentalmente.

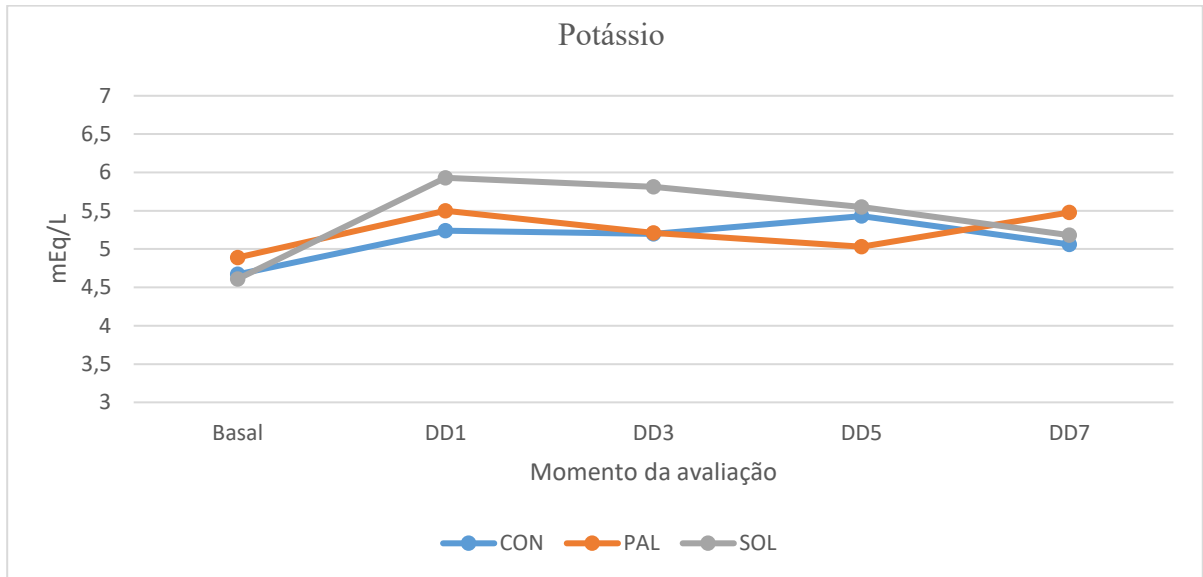


Figura 5. Variações nos níveis de potássio sérico de grupos experimentais de bezerros que não receberam solução eletrolítica (CON), receberam solução eletrolítica contendo palatabilizante (PAL) ou solução eletrolítica sem palatabilizante (SOL) durante o curso da diarreia por criptosporidiose induzida experimentalmente.

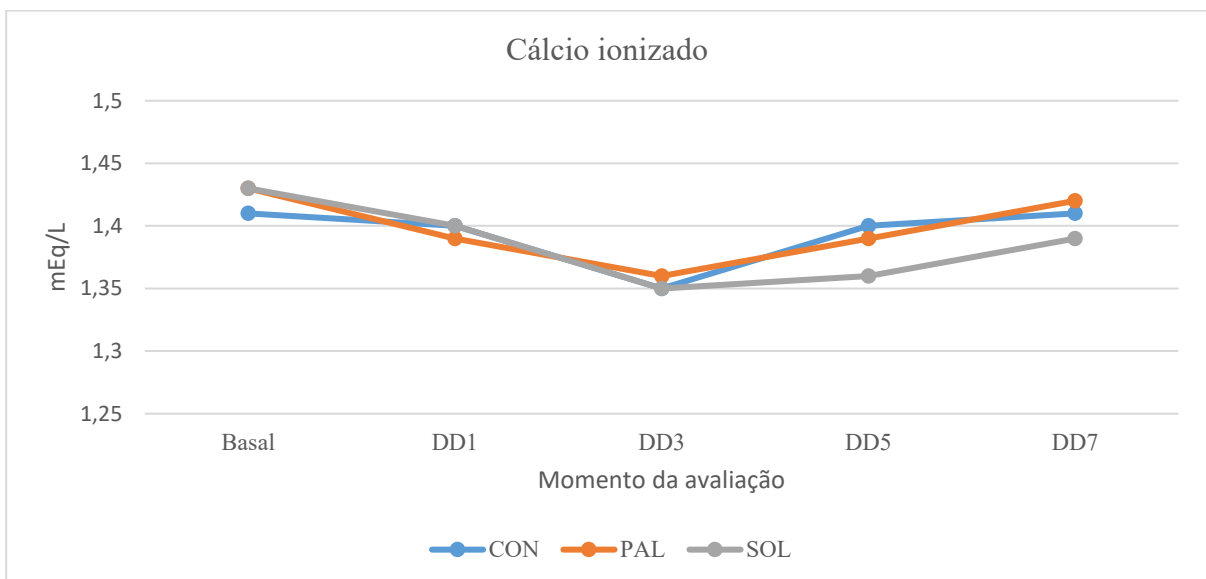


Figura 6. Variações nos níveis de cálcio ionizado sérico de bezerros de grupos experimentais que não receberam solução eletrolítica (CON), receberam solução eletrolítica contendo palatabilizante (PAL) ou solução eletrolítica sem palatabilizante (SOL) durante o curso da diarreia por criptosporidiose induzida experimentalmente.

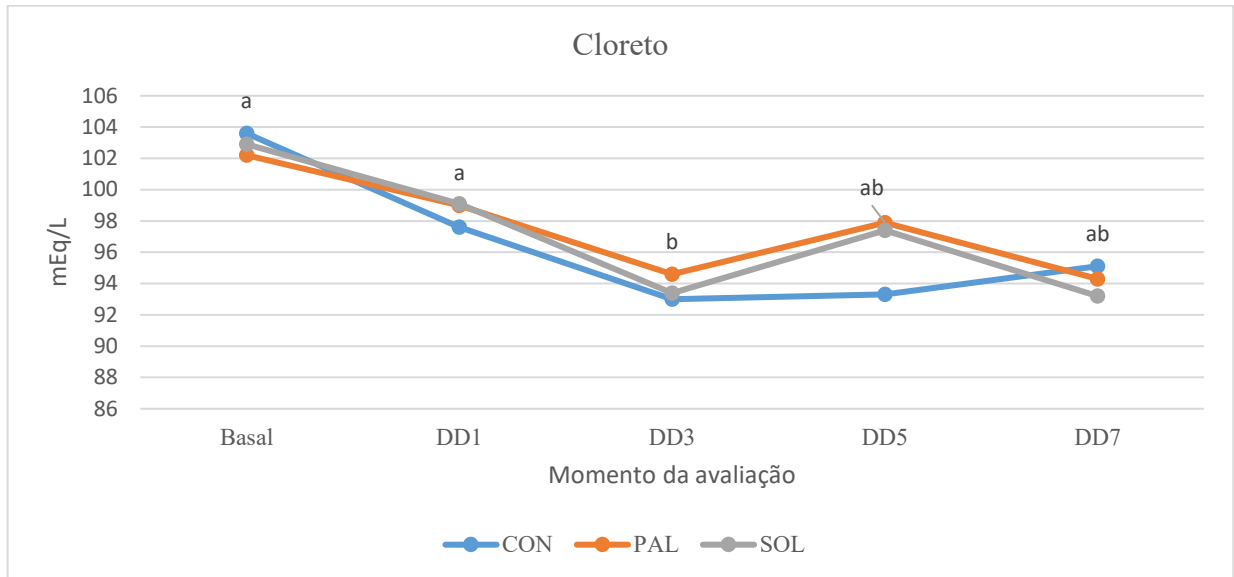


Figura 7. Variações nos níveis de cloreto sérico de grupos experimentais de bezerros que não receberam solução eletrolítica (CON), receberam solução eletrolítica contendo palatailizante (PAL) ou solução eletrolítica sem palatailizante (SOL) durante o curso da diarreia por criptosporidiose induzida experimentalmente.

Durante o curso da diarreia, os três grupos apresentaram algum grau de hiponatremia, com valores abaixo dos valores de referência para bezerros neonatos, que variam de 133,2 a 144,4 (Freitas, 2009; Giambelucca et al., 2016; Dillane et al., 2017; Ha et al., 2020). Esta alteração era esperada no CON, mas não nos grupos tratados com solução eletrolítica, sinalizando que o consumo de solução não foi suficiente para manter e reestabelecer os valores deste eletrólito.

Freitas (2013), utilizando a hidratação de bezerros via sonda, observou que as concentrações de sódio já se elevaram a partir do terceiro dia de fornecimento. Entretanto, os animais utilizados nesse estudo sofreram com diarreia naturalmente adquirida, o que pode ter alguma influência sobre a gravidade e intensidade da diarreia, tendo em vista que a dose inoculante para a indução da diarreia de forma experimental pode ser alta, podendo agravar as condições clínicas dos animais utilizados. Além disso, no experimento realizado por Freitas (2013), os animais recebiam aproximadamente 4L de solução contendo 134 mmol/L de sódio, concentração esta, 24% maior do que a utilizada em nosso experimento.

A diminuição nas concentrações dos íons Na^+ Cl^- , na maioria dos casos de diarreia, podem ser explicadas pela perda excessiva nas fezes e pela inapetência apresentada pelos animais enfermos (Kang et al. 2020). Além disso, a perda de água, juntamente com a redução das concentrações de sódio no sangue, reduz o volume de água corpórea, diminuindo o volume do LEC. Com a diminuição do volume de líquido extracelular, o sistema renal tende a atuar para reter sódio no organismo na tentativa de evitar graves alterações na osmolaridade, já que

o sódio é um dos principais determinantes da osmolaridade plasmática (Smith, 2014). Entretanto, apesar dessa tentativa, no presente trabalho, os níveis de sódio baixaram durante o curso da diarreia em todos os grupos. Assim, as perdas de sódio superaram, inclusive, a ingestão desse elemento nos grupos que ingeriram solução. Resultados semelhantes foram encontrados por Doré *et al.* (2019), os quais observaram níveis de sódio reduzidos após 24 horas do início da diarreia, mesmo em animais que receberam solução eletrolítica oral.

Apesar de não haver diferença significativa durante os dias da diarreia das concentrações de potássio no nosso estudo, as concentrações médias durante a diarreia encontraram-se elevadas ou no limite superior (4,58 a 6,17) para bezerros neonatos (Freitas, 2009; Giambelluca *et al.*, 2016; Dillane *et al.* 2017; Ha *et al.*, 2020). No primeiro momento, as elevações nas concentrações sanguíneas de potássio são esperadas em bezerros com algum grau de acidose metabólica, mesmo com as perdas fecais intensas e diminuição do consumo de alimento. Isso ocorre devido a um recurso do organismo para reduzir as concentrações de H^+ no meio extracelular, na tentativa de manter o equilíbrio ácido-base. Para isso, ocorre uma troca de íons H^+ e K^+ , através das membranas celulares, fazendo com que o hidrogênio seja lançado para o meio intracelular e o potássio para o meio extracelular (Dibartola, 2010; Kang *et al.*, 2020).

Conforme citado anteriormente, não houve variação nos níveis de iCa^{++} durante o experimento. Os valores de cálcio ionizado permaneceram dentro do intervalo de referência para bezerros neonatos, estando em torno de 1,38 mmol/L (Roadknight *et al.*, 2020). A permanência da ingestão de sucedâneo, mesmo durante o curso da doença, pode ter contribuído para a manutenção dos valores séricos de iCa^{++} dos animais.

5.3 Parâmetros ácido-base

De modo geral, não houve diferença em nenhum dos parâmetros analisados (pH, pCO_2 , excesso de base – EB, HCO_3^- , tCO_2 e *Anion gap*) entre os grupos (Tabela 7). Entretanto, houve pequenas variações ao longo do curso da doença para algumas variáveis em determinados grupos (Tabela 8).

As diferenças encontradas foram discretas e apenas para algumas variáveis. Porém, foi possível identificar que em todos os grupos tratados houve quadros de acidemia, com valores de pH sanguíneo abaixo da normalidade para bezerros neonatos (Freitas, 2009; Giambelluca *et al.*, 2016; Dillane *et al.*, 2017; Ha *et al.*, 2020). Dillane *et al.*, 2017 estabeleceram valores de referência em bezerros neonatos a partir da avaliação de 263 bezerros de diferentes sexos e raça

definindo valores de pH sanguíneo entre 7,37 e 7,46. No presente estudo, apenas dois animais (8,7% - 2/23) apresentaram acidemia no dia basal (um no grupo PAL e outro no grupo SOL). No entanto, esses bezerros apresentavam $p\text{CO}_2$ elevada (66,8 mmHg e 69,1 mmHg, respectivamente), indicando acidose respiratória.

Tabela 7. Valores de médias ajustadas e de erro padrão de parâmetros ácido-base no sangue (pH, $p\text{CO}_2$, EB, HCO_3^- e $t\text{CO}_2$) de bezerros tratados ou não com solução eletrolítica durante o curso da diarreia por criptosporidiose induzida experimentalmente.

Variável	Grupos		
	PAL	SOL	CON
pH sanguíneo	7,39±0,04	7,37±0,02	7,38±0,08
$p\text{CO}_2$	44,6±1,25	47,5±1,34	46,6±1,25
EB	2,52±0,811	3,86±0,864	3,47±0,810
HCO_3^-	27,1±0,641	28,9±0,684	28,2±0,60
$t\text{CO}_2$	28,8±0,701	30,01±0,747	29,6±0,700
<i>Anion Gap</i>	14,1±7,1	12,6±6,1	13,3±6,3

PAL = grupo de bezerros que recebeu solução eletrolítica contendo palatilizante; SOL = grupo de bezerros que recebeu solução eletrolítica sem palatilizante; CON = grupo de bezerros que não recebeu nenhum tipo de solução eletrolítica. Não houve diferença entre os grupos em nenhuma das variáveis analisadas ($p > 0,05$).

Tabela 8. Valores de médias ajustadas e erro padrão de parâmetros ácido-base no sangue (pH, pCO₂, EB, tCO₂ e HCO₃⁻ e *Anion Gap*) de bezerros tratados ou não com solução eletrolítica durante o curso da diarreia por criptosporidiose induzida experimentalmente.

Parâmetro	Grupo	Dia				
		Basal	DD1	DD3	DD5	DD7
pH sanguíneo	PAL	7,369±0,07 ^{Aa}	7,374±0,07 ^{Aa}	7,373±0,06 ^{Aa}	7,375±0,07 ^{Aa}	7,384±0,06 ^{Aa}
	SOL	7,383±0,07 ^{Ab}	7,385±0,07 ^{Aa}	7,381±0,06 ^{Aab}	7,380±0,08 ^{Aab}	7,381±0,080 ^{Ab}
	CON	7,401±0,05 ^{Aa}	7,403±0,056 ^{Aab}	7,401±0,06 ^{Aab}	7,392±0,06 ^{Ab}	7,393±0,06 ^{Ab}
pCO ₂ (mmHg)	PAL	44,3±3,60 ^{Aa}	44,3±2,49 ^{Aa}	41,9±2,33 ^{Aa}	46,9±2,49 ^{Aa}	45,8±2,91 ^{Aa}
	SOL	45,7±3,70 ^{Aa}	50,9±2,55 ^{Aa}	46,3±2,51 ^{Aa}	48,9±2,76 ^{Aa}	45,4±3,43 ^{Aa}
	CON	43,1±3,6 ^{Aa}	48,3±2,36 ^{Aa}	42,9±2,38 ^{Aa}	44,8±2,70 ^{Aa}	48,8±3,23 ^{Aa}
EB (mmol/L)	PAL	8,203±2,03 ^{Aa}	3,449±1,34 ^{Aab}	0,131±1,24 ^{Ab}	0,312±1,34 ^{Aab}	1,120±1,61 ^{Aab}
	SOL	9,525±2,08 ^{Aa}	3,370±1,36 ^{Aa}	1,653±1,34 ^{Aa}	1,832±1,50 ^{Aa}	2,978±1,88 ^{Aa}
	CON	10,703±2,03 ^{Aa}	4,699±1,26 ^{Aab}	0,851±1,25 ^{Ab}	0,592±1,47 ^{Ab}	1,715±1,80 ^{Aab}
tCO ₂ (mmol/L)	PAL	33,0±1,79 ^{Aa}	29,5±1,19 ^{Aa}	26,5±1,09 ^{Aa}	26,5±1,18 ^{Aa}	28,3±1,42 ^{Aa}
	SOL	34,5±1,83 ^{Aa}	30,2±1,20 ^{Aa}	28,4±1,18 ^{Aa}	29,1±1,32 ^{Aa}	28,2±1,66 ^{Aa}
	CON	35,0±1,79 ^{Aa}	30,6±1,11 ^{Aab}	27,3±1,12 ^{Ab}	26,3±1,30 ^{Aab}	28,6±1,59 ^{Aab}
HCO ₃ ⁻ (mmol/L)	PAL	30,2±1,72 ^{Aa}	27,9±1,16 ^{Aa}	25,2±1,07 ^{Aa}	25,5±1,15 ^{Aa}	26,8±1,37 ^{Aa}
	SOL	32,5±1,77 ^{Aa}	28,6±1,18 ^{Aa}	27,1±1,16 ^{Aa}	27,5±1,29 ^{Aa}	28,6±1,61 ^{Aa}
	CON	33,4±1,72 ^{Aa}	29,3±1,09 ^{Aab}	25,9±1,10 ^{Ab}	25,2±1,26 ^{Aab}	27,5±1,53 ^{Aab}
<i>Anion Gap</i> (mmol/L)	PAL	17,2±11,4 ^{Aa}	12,6±6,1 ^{Aa}	14,1±6,9 ^{Aa}	11,9±5,2 ^{Aa}	15,5±4,1 ^{Aa}
	SOL	13,6±6,5 ^{Aa}	11,3±7,3 ^{Aa}	14,8±5,9 ^{Aa}	9,8±6,7 ^{Aa}	13,8±3,5 ^{Aa}
	CON	10,1±8,8 ^{Aa}	12,7±6,4 ^{Aa}	15,5±5,9 ^{Aa}	15,25±4,3 ^{Aa}	13,11±5,5 ^{Aa}

PAL= grupo de bezerros que recebeu solução eletrolítica contendo palatilizante; SOL = grupo de bezerros que recebeu solução eletrolítica sem palatilizante; CON = grupo de bezerros que não recebeu nenhum tipo de solução eletrolítica. Médias com letras maiúsculas distintas nas colunas diferem entre os grupos e médias com letras minúsculas distintas nas linhas diferem estatisticamente ($p \leq 0,05$).

Tabela 9. Percentual de bezerros com acidemia, hipocapnia respiratória, acidose metabólica, hipocapnia metabólica, hipobicarbonatemia e elevação de *ânion gap* durante o curso da diarreia por criptosporidiose induzida experimentalmente.

	Basal	DD1	Momento DD3	DD5	DD7
Acidemia (pH < 7,37 – Dillane et al., 2017)	8,7% ^A	26,1% ^A	26,1% ^A	39,1% ^B	22,7% ^A
Hipocapnia respiratória (pCO ₂ < 43,27 – Dillane et al., 2017)	17,4% ^A	21,7% ^A	56,5% ^A	39,1% ^A	22,7% ^A
Acidose metabólica (EB < 2,6 – Dillane et al., 2017)	8,7% ^A	34,8% ^A	65,2% ^B	47,8% ^A	13,6% ^A
Hipocapnia metabólica (tCO ₂ < 30,9 – Freitas, 2009)	21,7% ^A	56,6% ^A	82,6% ^B	69,6% ^A	63,6% ^A
Hipobicarbonatemia (HCO ₃ ⁻ < 26,3 – Dillane et al., 2017)	4,3% ^A	26,1% ^A	56,5% ^B	43,5% ^A	13,6% ^A
(<i>Ânion gap</i> > 12,4±1,7 – Freitas, 2009)	34,7% ^A	26% ^A	39,1% ^A	30% ^A	40% ^A

Médias com letras distintas nas linhas diferem estatisticamente ($p \leq 0,05$).

Durante a diarreia, acidose metabólica atingiu 65,2% dos bezerros, sendo observado no terceiro dia da diarreia, com excesso de base igual ou inferior a 2 mmol/L. Isto é corroborado pela hipocapnia metabólica e pela hipobicarbonatemia (Tabela 9). Ademais, observou-se 56,5% dos bezerros no terceiro dia de vida com hipocapnia respiratória, indicando alcalose respiratória compensatória, a qual se mostrou eficaz para a maioria dos animais, tendo em vista que o maior percentual de bezerros com acidemia foi de 39,1% no quinto dia de diarreia. Assim, apesar de o organismo lançar mão dos mecanismos compensatórios para manutenção do pH sanguíneo, alguns animais não conseguiram manter o pH dentro da faixa fisiológica ao decorrer do curso da doença. Portanto, a acidose metabólica com alcalose respiratória e, em uma menor parcela dos animais, acidemia, demonstrou que o consumo de solução não foi suficiente para reestabelecer os valores fisiológicos de pH nos grupos tratados.

A diminuição nas concentrações de $p\text{CO}_2$ e $t\text{CO}_2$ são reflexos fisiológico para manutenção da homeostase corporal. Boa parte do CO_2 formado pelo organismo se difunde para o sangue onde juntamente com H_2O dá origem a H_2CO_3 . Uma parte do H_2CO_3 se dissocia e forma íons bicarbonato e H^+ . Para manutenção do equilíbrio, o organismo tende a aumentar a taxa de eliminação de CO_2 e assim impedir a formação de H_2CO_3 , reduzindo possíveis fontes de H^+ (Cunningahn, 2004; Ribeiro Filho *et al.*, 2024).

A redução do EB durante a patência da diarreia reforça que os animais sofreram com uma acidose metabólica devido ao quadro da doença. As bases presentes no organismo são importantes para atuar na neutralização dos ácidos produzidos, equilibrando os componentes e impedindo que o pH sanguíneo sofra alterações (Ribeiro Filho *et al.*, 2024).

O bicarbonato é fundamental para a manutenção do equilíbrio ácido-base e a sua redução no sangue é consequência da acidose metabólica sofrida pelo animal. A redução de bicarbonato, assim como ocorreu durante a patência da diarreia no grupo CON, se dá principalmente pela eliminação fecal e sua reposição através da solução é fundamental para que o animal consiga reestabelecer o equilíbrio ácido-base. De forma parecida, a concentração de CO_2 , também se reduz durante os quadros de acidose metabólica devido ao aumento das taxas de eliminação deste gás pelos animais doentes, o que reflete em níveis reduzidos de $p\text{CO}_2$ (Dibartola, 2010; Ribeiro Filho *et al.*, 2024).

Não foram identificadas alterações significativas de *ânion gap* durante o estudo. Todavia, é possível observar que durante o curso da diarreia, alguns animais apresentaram valores acima do intervalo de referência estabelecido por Freitas (2009), que é $12,4 \pm 1,7$, com

as maiores frequências entre DD3 e DD7. A presença de animais com acidose metabólica caracterizada pelo aumento dos valores de *ânion gap*, vai de encontro com a redução do EB e HCO_3^- no terceiro dia do curso da doença, tendo em vista que a frequência de animais com valores abaixo do estabelecido foi respectivamente 62,5 e 56,5% (Tabela 8).

5.4 Hematócrito e Parâmetros bioquímicos

Não foram observadas diferenças estatísticas no hematócrito e nos parâmetros bioquímicos avaliados (albumina, proteína total, creatinina e ureia) entre os grupos experimentais (Tabela 10) e nem dentro de cada grupo (Figuras 8, 9, 10, 11 e 12).

Tabela 10. Valores de médias ajustadas e de erro padrão de hematócrito e albumina, proteína total, creatinina e ureia séricas de bezerros tratados ou não com solução eletrolítica durante o curso da diarreia por criptosporidiose induzida experimentalmente.

Variável	Grupos		
	PAL	SOL	CON
Hematócrito (%)	34,9±1,29	33,6±1,38	30,9±1,29
Albumina (g/dL)	2,83±0,080	2,72±0,086	2,67±0,080
Proteína total (g/dL)	4,97±0,135	4,92±0,144	5,06±0,135
Creatinina (mg/dL)	1,20±0,056	1,07±0,060	1,08±0,056
Ureia (mg/dL)	18,6±1,53	16,6±1,64	15,3±1,53

PAL = grupo de bezerros que recebeu solução eletrolítica contendo palatilizante; SOL = grupo de bezerros que recebeu solução eletrolítica sem palatilizante; CON = grupo de bezerros que não recebeu nenhum tipo de solução eletrolítica. Não houve diferença entre os grupos em nenhuma das variáveis analisadas.

No presente estudo, os animais mantiveram o consumo de sucedâneo estável, sem alterações significativas, o que pode ter corroborado para minimizar a desidratação, não permitindo que alterações bioquímicas significativas fossem observadas. A intensidade das alterações vai depender principalmente do grau de desidratação sofrida pelos animais. A ureia e a creatinina podem ser bons indicadores de desidratação, e em animais desidratados,

apresentam valores acima da faixa fisiológica devido à hipovolemia ocasionada pela perda acentuada de líquidos corporais. Além disso, a concentrações desses componentes no organismo também pode ser influenciada pela diminuição da atividade renal, comum em quadros graves de diarreia neonatal (Torche *et al.*, 2020). Yanar *et al* (2024) observaram concentrações de ureia em animais diarreicos elevadas quando comparado com animais saudáveis, o que foi justificado pelo aumento da perda de líquidos corporais e hemoconcentração. Entretanto, não observaram alterações nos níveis de creatinina de animais que apresentavam diarreia, assim como Torche *et al.* (2020). Já Carvalho (2013) observou elevação dos níveis séricos de creatinina de bezerros que sofreram com diarreia neonatal.

De forma parecida, devido à desidratação e diminuição do volume sanguíneo, e a concentração dos componentes do sangue, os valores de hematócrito e de proteínas também podem se alterar. A albumina, a principal proteína plasmática, pode se apresentar elevada em animais com diarreia neonatal. De forma semelhante ao presente estudo, Carvalho (2013), também não observou alteração no nível de proteína total e albumina séricas.

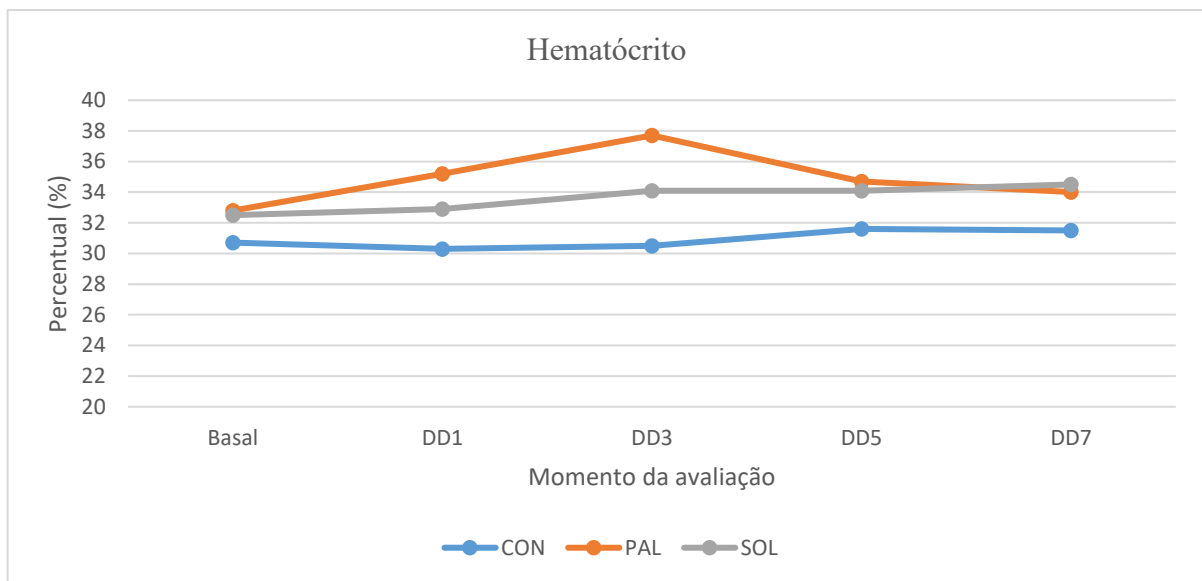


Figura 8. Variações nas concentrações de hematócrito de grupos experimentais de bezerros que não receberam solução eletrolítica (CON), receberam solução eletrolítica contendo palatabilizante (PAL) ou solução eletrolítica sem palatabilizante (SOL) durante o curso da diarreia por criptosporidiose induzida experimentalmente.

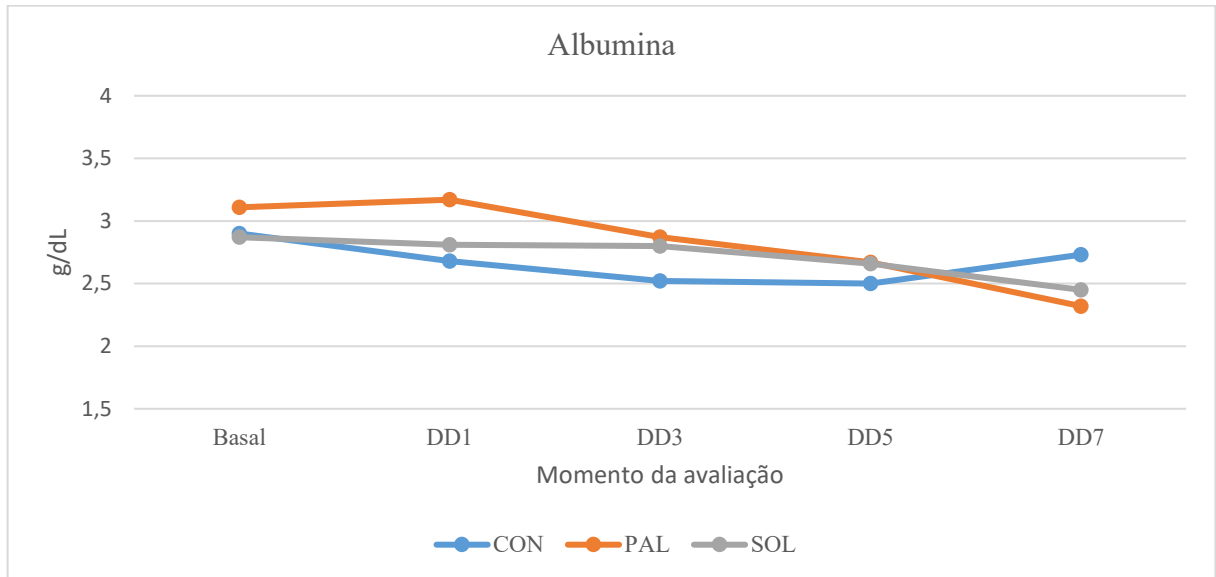


Figura 9. Variações nas concentrações de albumina no soro de grupos experimentais de bezerros que não receberam solução eletrolítica (CON), receberam solução eletrolítica contendo palatabilizante (PAL) ou solução eletrolítica sem palatabilizante (SOL) durante o curso da diarreia por criptosporidiose induzida experimentalmente.

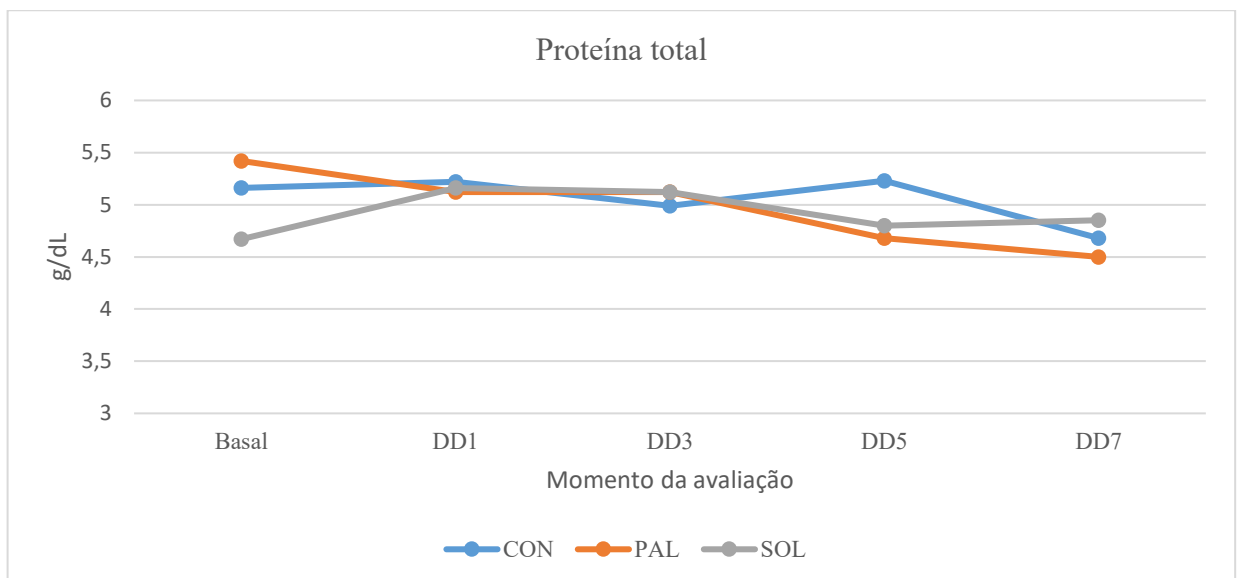


Figura 10. Variações nas concentrações de proteína total no soro de grupos experimentais de bezerros que não receberam solução eletrolítica (CON), receberam solução eletrolítica contendo palatabilizante (PAL) ou solução eletrolítica sem palatabilizante (SOL) durante o curso da diarreia por criptosporidiose induzida experimentalmente.

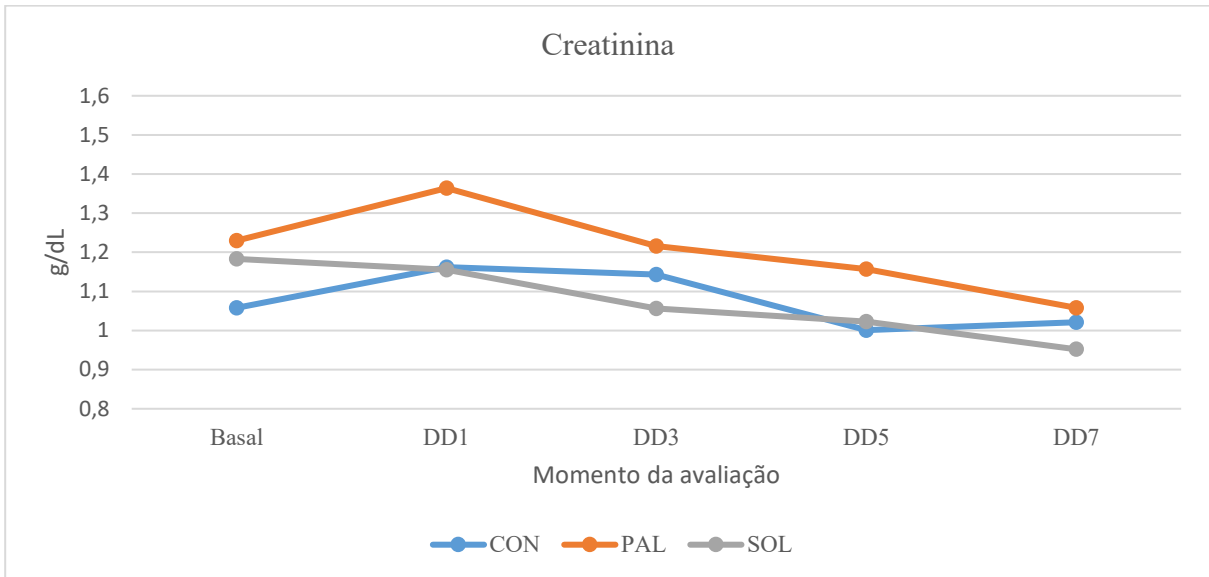


Figura 11. Variações nas concentrações de creatinina no soro de grupos experimentais de bezerros que não receberam solução eletrolítica (CON), receberam solução eletrolítica contendo palatabilizante (PAL) ou solução eletrolítica sem palatabilizante (SOL) durante o curso da diarreia por criptosporidiose induzida experimentalmente.

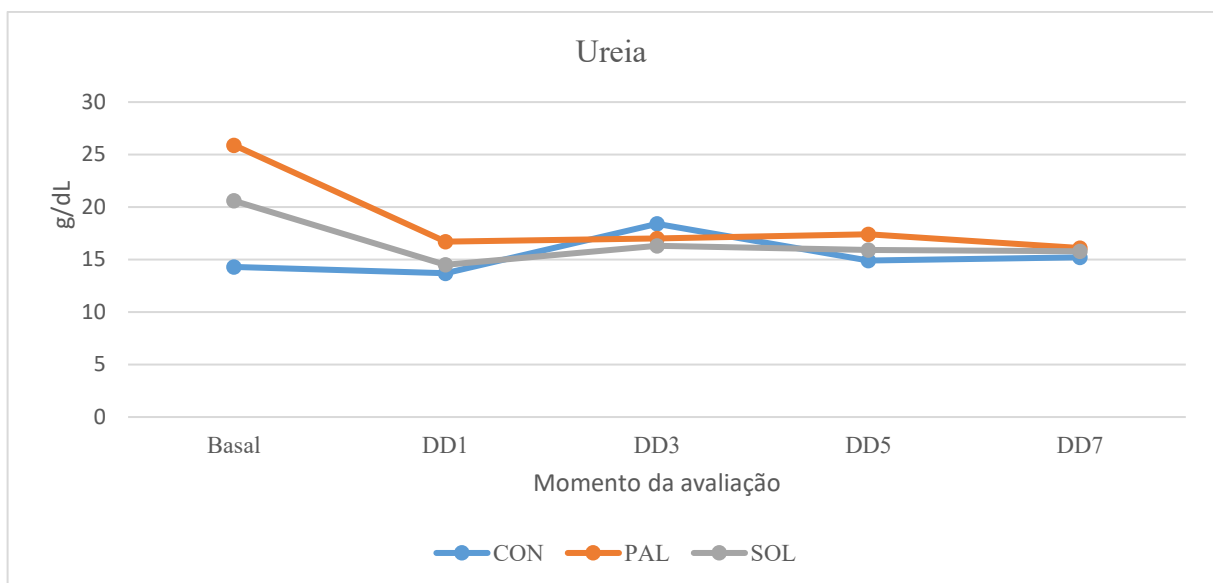


Figura 12. Variações nas concentrações de ureia no soro de grupos experimentais de bezerros que não receberam solução eletrolítica (CON), receberam solução eletrolítica contendo palatabilizante (PAL) ou solução eletrolítica sem palatabilizante (SOL) durante o curso da diarreia por criptosporidiose induzida experimentalmente.

5.5 Avaliação de pH e densidade da urina

Os valores de pH urinário não sofreram influência dos grupos experimentais, sendo similar em todos eles. No entanto, a densidade urinária foi menor nos animais do grupo PAL comparado ao grupo SOL (Tabela 11). Apesar de não ter diferença da densidade da urina entre os grupos PAL e CON ($p = 0,0866$), houve uma tendência de os valores do grupo PAL serem inferiores, o que não ocorreu ao comparar os grupos CON e SOL ($p = 0,4962$).

Tabela 11. Valores de médias ajustadas e de erro padrão gerais de pH e densidade de urina de bezerros tratados ou não com solução eletrolítica durante o curso da diarreia por criptosporidiose induzida experimentalmente.

Variável	Grupos		
	PAL	SOL	CON
pH urinário	6,83±0,094 ^A	6,93±0,101 ^A	6,79±0,094 ^A
Densidade urinária	1012±1,1 ^A	1018±1,2 ^B	1016±1,1 ^{AB}

PAL = grupo de bezerros que recebeu solução eletrolítica contendo palatilizante; SOL = grupo de bezerros que recebeu solução eletrolítica sem palatilizante; CON = grupo de bezerros que não recebeu nenhum tipo de solução eletrolítica. Médias com letras maiúsculas distintas nas linhas diferem estatisticamente ($p \leq 0,05$).

Ao comparar os animais ao longo do tempo, observou-se que houve redução do pH de urina, no DD3 nos grupos PAL e SOL e no DD3 e DD5 no grupo CON comparado ao Basal (Tabela 12). A redução de pH urinário, especialmente no DD3 corrobora com as observações de acidose metabólica, cuja maior frequência ocorreu nesse dia (Tabela 9). No grupo CON, esta alteração persistiu no DD5 e acompanhou a redução do excesso de base (Tabela 8), sugerindo uma acidose metabólica mais intensa neste grupo. Reduções no pH de urina de bezerros que sofrem com diarreia neonatal são esperadas devido ao aumento da eliminação do íon H^+ na urina, pela ação do sistema tampão renal. À medida que as concentrações de hidrogênio se elevam no sangue, o mecanismo de compensação renal entra em ação na tentativa de impedir que os valores de pH sanguíneo saiam da faixa fisiológica (Ortolani, 2003; Constable, 2009).

Já com relação aos resultados de densidade urinária, os menores valores para o grupo PAL corrobora com o maior consumo de solução, apesar de a média do consumo total de líquidos não ser superior (Tabela 4). Ademais, considerando o intervalo de confiança 95% para a densidade urinária de bezerros neonatos (1011 a 1016) descritos por Freitas (2009), apenas os animais do grupo PAL se mantiveram adequados, sinalizando os efeitos positivos da hidratação, mesmo com o baixo volume ingerido. Inicialmente, em quadros de desidratação, a densidade urinária tende a aumentar pela diminuição da quantidade de água eliminada pelos rins. Entretanto, se o quadro de desidratação se agravar, os valores de densidade podem ficar abaixo da faixa fisiológica, sinalizando que pode haver lesão renal (Hennemam *et al.*, 1996; Espinosa, 2020).

Tabela 12. Valores de médias ajustadas e erro padrão de pH e densidade da urina de bezerros tratados ou não com solução eletrolítica contendo palatabilizante durante o curso da diarreia por criptosporidiose induzida experimentalmente.

Variável	Dia	Grupos		
		PAL	SOL	CON
pH de urina	Basal	7,85±0,295 ^a	7,83±0,240 ^a	7,93±0,295 ^a
	DD1	6,97±0,213 ^{ab}	6,84±0,220 ^{ab}	7,00±0,204 ^{ab}
	DD3	6,31±0,201 ^b	6,49±0,217 ^b	6,57±0,205 ^b
	DD5	6,58±0,213 ^{ab}	6,69±0,233 ^{ab}	5,96±0,228 ^b
	DD7	6,41±0,243 ^{ab}	6,80±0,287 ^{ab}	6,48±0,267 ^{ab}
Densidade urinária	Basal	1013±3,11 ^a	1015±3,52 ^a	1013±3,11 ^a
	DD1	1013±2,14 ^a	1021±2,19 ^a	1021±2,03 ^a
	DD3	1012±2,00 ^a	1019±2,15 ^a	1016±2,04 ^a
	DD5	1012±2,14 ^a	1018±2,38 ^a	1014±2,37 ^a
	DD7	1011±2,51 ^a	1015±2,95 ^a	1015±2,79 ^a

PAL = grupo de bezerros que recebeu solução eletrolítica contendo palatabilizante; SOL = grupo de bezerros que recebeu solução eletrolítica sem palatabilizante; CON = grupo de bezerros que não recebeu nenhum tipo de solução eletrolítica. Médias com letras minúsculas distintas nas colunas diferem estatisticamente ($p \leq 0,05$).

5.6 Parâmetros clínicos

A temperatura retal e as frequências cardíaca e respiratória não apresentaram diferença estatística entre os grupos (Tabela 13). Ao longo do tempo, não houve diferença nessas variáveis (Figuras 13 e 15), exceto na frequência respiratória, especificamente do grupo PAL, a qual reduziu significativamente em DD3 e DD5 comparado ao DD1 (Figura 14).

A redução na frequência respiratória no grupo PAL pode ser reflexo da acidose metabólica menos intensa, o que é confirmado pela ausência de redução no pH sanguíneo especialmente nos dias DD3 e DD5 quando comparado ao grupo CON (Tabela 7).

Foi possível observar que durante o curso da doença, que em todos os grupos houve mudança de comportamento, com animais experimentando o escore 1 de comportamento (semi-

apático), especialmente no grupo CON. Além disso, apenas no grupo CON, um dos animais apresentou escore 2 no primeiro dia de diarreia (Tabela 14).

Tabela 13. Valores de médias ajustadas e de erro padrão de temperatura retal e frequências respiratória e cardíaca de bezerros tratados ou não com solução eletrolítica contendo palatabilizante durante o curso da diarreia por criptosporidiose induzida experimentalmente.

Variável	Grupos		
	PAL	SOL	CON
Temperatura retal (°C)	38,99±0,087	38,86±0,093	38,92±0,088
Frequência respiratória (mov./min)	54,1±6,58	60,8±7,01	60,5±6,57
Frequência cardíaca (bpm)	102,7±4,16	106,1±4,44	97,3±4,16

PAL = grupo de bezerros que recebeu solução eletrolítica contendo palatabilizante; SOL = grupo de bezerros que recebeu solução eletrolítica sem palatabilizante; CON = grupo de bezerros que não recebeu nenhum tipo de solução eletrolítica. Não houve diferença entre os grupos em nenhuma das variáveis analisadas.

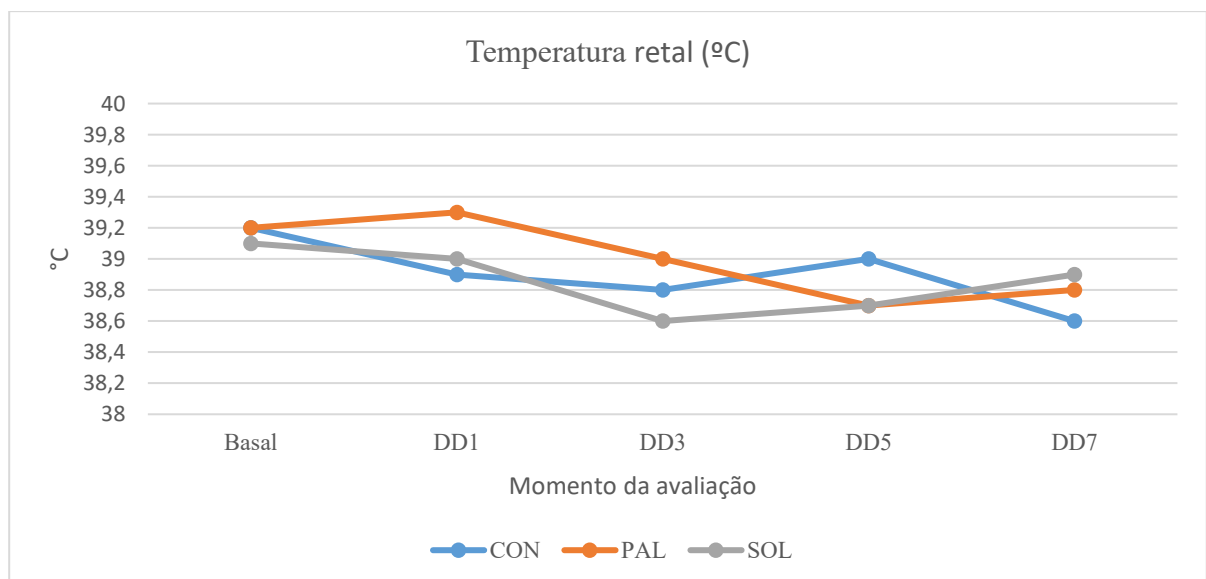


Figura 13. Variações na temperatura retal (°C) de grupos experimentais de bezerros que não receberam solução eletrolítica (CON), receberam solução eletrolítica contendo palatabilizante (PAL) ou solução eletrolítica sem palatabilizante (SOL) durante o curso da diarreia por criptosporidiose induzida experimentalmente.

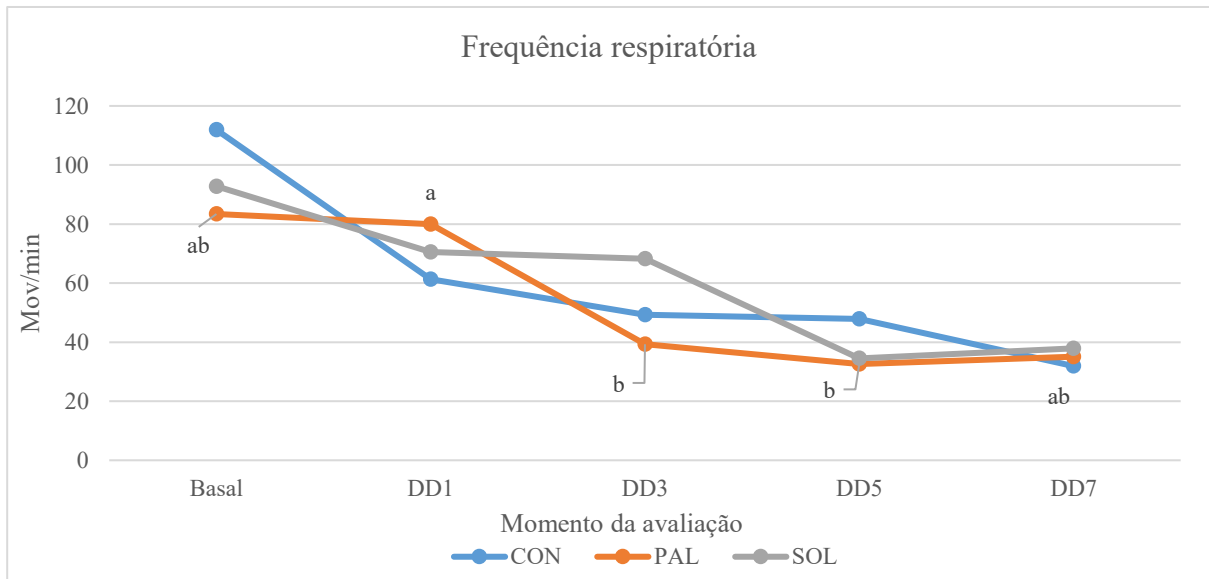


Figura 14. Variações na frequência respiratória (mov/min) de grupos experimentais de bezerros que não receberam solução eletrolítica (CON), receberam solução eletrolítica contendo palatabilizante (PAL) ou solução eletrolítica sem palatabilizante (SOL) durante o curso da diarreia por criptosporidiose induzida experimentalmente.

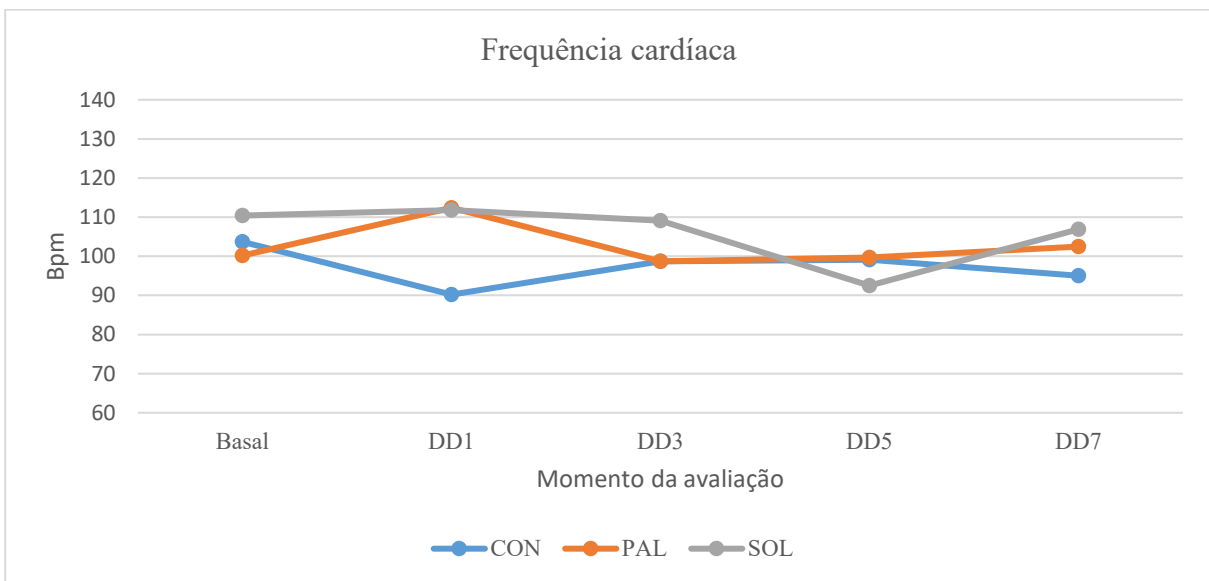


Figura 15. Variações na frequência cardíaca (bpm) de grupos experimentais de bezerros que não receberam solução eletrolítica (CON), receberam solução eletrolítica contendo palatabilizante (PAL) ou solução eletrolítica sem palatabilizante (SOL) durante o curso da diarreia por criptosporidiose induzida experimentalmente.

Alteração no escore fezes foi observada, já que 23 dos 24 animais inicialmente designados ao estudo desenvolveram diarreia após a inoculação experimental por *C. parvum*. Todos os animais que manifestaram a doença atingiram escore 3 (fezes líquidas, aquosas, conteúdo fecal aderido ao períneo e cauda) por pelo menos três dias consecutivos (Tabela 15).

Da mesma forma, houve alterações no escore de desidratação, porém em nenhum dos grupos foram identificados animais com desidratação intensa, o que pode ser justificado pela ingestão de água no grupo CON e de soluções nos grupos SOL e PAL, resultando na ingestão total de líquidos em volumes similares (Tabela 16). Devido à ausência de animais com sinais desidratação e desequilíbrio ácido-base intensos, não foi necessário a utilização de terapia de resgate nos grupo CON e PAL durante o experimento. Entretanto, o animal que pertencia ao grupo SOL, e veio a óbito durante o estudo, apresentou graves alterações relacionadas ao equilíbrio eletrolítico e ácido-base. Além disso, em nenhum momento, foi identificado sinais de infecção secundária nos animais dentro do estudo, não sendo necessário a utilização de antimicrobianos durante o curso da diarreia neonatal.

Para Abeusekara (2009), a depressão nos quadros de diarreia pode estar ligada principalmente à produção de D-lactato. Nesses casos, os animais podem apresentar fraqueza, diminuição dos reflexos de fuga e sucção, inapetência e, em caso extremos, morte. Grandes quantidades de D-lactato foram encontradas nas fezes de bezerros neonatos acometidos por diarreia. Assim, é possível sugerir que o intestino é o grande responsável pela produção do componente, devido a diminuição na efetividade do aproveitamento de componentes, como a lactose, que podem ser fermentados de forma indesejada nos quadros de diarreia (Lorenz, 2009).

As alterações no escore de fezes e o nível de desidratação são justificadas pela perda acentuada de líquidos corporais e eletrólitos para o lúmen intestinal, já que durante o processo infeccioso existem perdas principalmente de sódio, potássio, cloreto e água (Berchtold, 1996; Berchtold, 2009).

Tabela 14. Frequência de escore de comportamento de bezerros tratados ou não com solução eletrolítica contendo palatabilizante durante o curso da diarreia por criptosporidiose induzida experimentalmente.

Variável	Dia	Grupos											
		PAL				SOL				CON			
		Escore				Escore				Escore			
		0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3
Comportamento	Basal	100% (8/8)	0	0	0	100% (8/8)	0	0	0	100% (8/8)	0	0	0
	DD1	87,5% (7/8)	12,5% (1/8)	0	0	85,7% (6/7)	13,3% (1/7)	0	0	62,5% (5/8)	25% (2/1)	12,5% (1/8)	0
	DD3	87,5% (7/8)	12,5% (1/8)	0	0	57,1% (4/7)	42,9% (3/7)	0	0	37,5% (3/8)	62,5% (5/8)	0	0
	DD5	100% (8/8)	0	0	0	85,7% (6/7)	14,3% (1/7)	0	0	50% (4/8)	50% (4/8)	0	0
	DD7	87,5% (7/8)	12,5% (1/8)	0	0	100% (6/6)	0	0	0	87,5% (7/8)	12,5% (1/8)	0	0

PAL = grupo de bezerros que recebeu solução eletrolítica contendo palatabilizante; SOL = grupo de bezerros que recebeu solução eletrolítica sem palatabilizante; CON = grupo de bezerros que não recebeu nenhum tipo de solução eletrolítica. Escores: 0 = Fisiológico – animal ativo, em estação; 1 = Semi-apático – animal deprimido se levanta com dificuldade, redução de apetite, reage pouco aos estímulos externos; 2 = Apático – animal inapetente, incapaz de levantar-se, não se alimenta, não reage aos estímulos externos; 3 = Coma.

Tabela 15. Frequência de escore de fezes de bezerros tratados ou não com solução eletrolítica contendo palatabilizante durante o curso da diarreia por criptosporidiose induzida experimentalmente.

Dia	Grupos												
	PAL				SOL				CON				
	Escore				Escore				Escore				
	0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3	
Basal	0	62,5% (6/8)	37,5% (3/8)	0	0	57,1% (4/7)	42,8% (3/7)	0	0	75% (6/8)	25% (2/8)	0	
DD1	0	0	0	100% (8/8)	0	0	0	100% (7/3)	0	0	0	100% (8/8)	
Escore de fezes	DD3	0	0	0	100% (8/8)	0	0	0	100% (7/3)	0	0	0	100% (8/8)
	DD5	0	0	25% (2/8)	75% (6/8)	0	0	28,5% (2/7)	71,4% (5/7)	0	12,5% (1/8)	0	87,5% (7/8)
	DD7	0	0	75% (6/8)	25% (2/8)	0	0	50% (3/6)	50% (3/6)	0	0	75% (6/8)	25% (2/8)

PAL = grupo de bezerros que recebeu solução eletrolítica contendo palatabilizante; SOL = grupo de bezerros que recebeu solução eletrolítica sem palatabilizante; CON = grupo de bezerros que não recebeu nenhum tipo de solução eletrolítica. Escores: 0 = Normal, firme, coloração amarronzada, períneo e cauda limpos e secos; 1 = Pastosa, semi-formada; 2 = Pastosa com maior quantidade de água: permanece sobre a “cama”; conteúdo fecal aderido ao períneo e cauda; e 3 = Líquida: aquosa, conteúdo fecal aderido ao períneo e cauda.

Tabela 16. Frequência de escore de desidratação de bezerros tratados ou não com solução eletrolítica contendo palatabilizante durante o curso da diarreia por criptosporidiose induzida experimentalmente.

Variável	Dia	Grupos											
		PAL				SOL				CON			
		Escore				Escore				Escore			
	0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3	
Desidratação	Basal	100% (8/8)	0	0	0	100% (7/7)	0	0	0	100% (8/8)	0	0	0
	DD1	50% (4/8)	50% (4/8)	0	0	85,7% (6/7)	13,3% (1/7)	0	0	85,5% (6/8)	25% (2/1)	0	0
	DD3	12,5% (1/8)	62,5% (5/8)	12,5% (1/8)	0	42,9% (3/7)	42,9% (3/7)	14,3% (1/7)	0	37,5% (3/8)	50% (4/8)	12,5% (1/2)	0
	DD5	25% (2/8)	50% (4/8)	0	0	42,9% (3/7)	57,1% (4/7)	0	0	50% (4/8)	50% (4/8)	0	0
	DD7	87,5% (7/8)	12,5% (1/8)	0	0	100% (6/6)	0	0	0	62,5% (5/8)	37,5% (3/8)	0	0

PAL = grupo de bezerros que recebeu solução eletrolítica contendo palatabilizante; SOL = grupo de bezerros que recebeu solução eletrolítica sem palatabilizante; CON = grupo de bezerros que não recebeu nenhum tipo de solução eletrolítica

Escores: 0 = Ausente. 1 = leve (Perda de elasticidade da pele, boca seca e conjuntiva hiperêmica). 2 = moderada (Enofalmlia, aumento nos tempos de repleção capilar e dos sinais supracitados). 3 = intensa (Decúbito, extremidades frias e exacerbação dos sinais supracitados).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A hidratação oral é a principal ferramenta que se tem em mãos para reduzir as perdas de animais por diarreia dentro dos sistemas de criação. Neste sentido, otimizar o processo e disseminar a prática entre as fazendas de criação se faz necessário. A adição de palatabilizante nas formulações é uma alternativa para estimular o consumo voluntário dos animais e reduzir a necessidade de sondagem oroesofágica. O consumo de solução com palatabilizante pelos animais foi significativamente maior quando comparado ao grupo de animais que não recebeu palatabilizante. Entretanto, este consumo não foi suficiente para reestabelecer o equilíbrio eletrolítico e ácido-base, nem para evitar alterações de comportamento e na distribuição dos líquidos corporais. Foi possível perceber, durante a fase experimental, que animais muito jovens têm reduzida ingestão de água e/ou solução, tendo em vista que passam maior parte do tempo em decúbito e ainda exploram pouco o ambiente de alojamento. Porém, à medida em que os animais avançam na idade, o interesse pela exploração do ambiente aumenta, e conseqüentemente, a ingestão de solução aumenta. Assim, as alterações eletrolíticas e ácido-base já teriam se estabelecido quando os animais mostram verdadeiramente interesse pela solução, dificultando o reestabelecimento do equilíbrio hidroeletrólítico e ácido-base. Uma alternativa para reduzir esse problema pode ser a administração de solução em recipientes com bico semelhante ao dispositivo de aleitamento, pois assim o animal pode se mostrar mais interessado.

Não houve diferença significativa entre os grupos experimentais em nenhum dos parâmetros clínicos eletrolíticos e ácido-base. Em todos os grupos houve animais que sofreram com acidemia, acidose metabólica, desidratação e alterações comportamentais. Era esperado que os animais do grupo CON tivessem maiores alterações que os demais grupos. Entretanto, esses animais ingeriram significativamente mais água durante o curso da doença quando comparado ao grupo PAL e SOL. A ingestão de água pode ter sido um fator determinante para evitar maiores alterações dos parâmetros avaliados, especialmente no grupo CON, contribuindo para que a função renal dos animais não fosse prejudicada, e assim, impossibilitando a ocorrência de alterações mais graves. Pensando nisso, é fundamental disponibilizar água de fácil acesso, limpa e de qualidade para os animais a partir do primeiro dia e vida.

Outro fator importante que pode ter contribuído para redução da gravidade dos quadros de desidratação e acidose metabólica foi a ingestão de sucedâneo em quantidades similares entre os grupos tratamento e controle.

7 CONCLUSÃO

Bezerros com diarreia neonatal induzida, que receberam solução eletrolítica oral contendo palatabilizante, ingeriram significativamente mais solução de forma voluntária, que os demais grupos. No entanto, o volume de solução eletrolítica oral contendo palatabilizante ingerida de forma voluntária, não foi suficiente para corrigir as alterações clínicas, eletrolíticas e ácido-base de bezerros com diarreia neonatal induzida. A ingestão total de líquidos em bezerros com diarreia neonatal induzida, que receberam uma solução eletrolítica contendo palatabilizante não foi diferente dos demais grupos. De modo geral, apenas um animal do grupo SOL necessitou de terapia de resgate, e foi a óbito logo após sua retirada do experimento. Ademais, os bezerros com diarreia neonatal induzida, que receberam solução eletrolítica contendo palatabilizante (PAL) e grupo controle (CON), não necessitaram de tratamento com antimicrobianos, terapia de resgate, e nem apresentaram óbito durante a fase experimental.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, P. et al. Urinálise como instrumento auxiliar no diagnóstico de enfermidades em pequenos ruminantes. *Medicina veterinária*. Recife. v. 2, n. 3, p. 30 -38, 2009.
- AYDOGDU, U. et al. Effect of combinations of intravenous small-volume hypertonic sodium chloride, acetate Ringer, sodium bicarbonate, and lactate Ringer solutions along with oral fluid on the treatment of calf diarrhea. *Polish journal of veterinary sciences*, v. 21, n. 2, p. 273–280, 2018.
- BARSOUM, N.; KLEEMAN C. Now and then, the history of parenteral fluid administration. *American journal of nephrology*, v. 22, n. 3, p. 284 -289, 2002.
- BERCHTOLD, J. F. et al. Effects of intravenous hyperosmotic sodium bicarbonate on arterial and cerebrospinal fluid acid-base status and cardiovascular function in calves with experimentally induced respiratory and strong ion acidosis. *Journal of veterinary internal medicina*, v. 19, p. 240 –251, 2005.
- BERNAL-CORDOBA, C. et al. Use of antimicrobials in the treatment of calf diarrhea: a systematic review, *Animal Health Research Reviews*, v. 23, p. 101 – 112, 2022.
- CARVALHO, J. G. **Influência do volume de sucedâneo ingerido e do tratamento com antibiótico e anti-inflamatório sobre o perfil bioquímico, eletrolítico e a etiologia da diarreia em bezerras**, 91 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2013.
- CERRI, F. M. et al. Eletroneutralidade e gamblegram no equilíbrio ácido-base em grandes animais, *Revista CFMV*, n. 90, p. 43 – 54, 2022.
- CHO, Y. I.; YOON, K. J. et al., An overview of calf diarrhea - infectious etiology, diagnosis, and intervention. *Journal of veterinary Science*, v. 15, n. 1, p. 1 – 17, 2014.
- CONSTABLE, P. D et al. Intravenous and Oral Fluid Therapy in Neonatal Calves With Diarrhea or Sepsis and in Adult Cattle. *Frontiers in veterinary science*, v. 7, n. 603358, 2021.
- CONSTABLE, P. D. et al. Hypertonic saline is a negative inotropic agent in normovolemic dogs. *American journal of physiology*, v. 267, 667–77. 1994
- CONSTABLE PD. Hypertonic saline. *The Veterinary clinics of North America: Food animal practice*, v. 15, p. 559–85, 1999.
- CONSTABLE, P. Fluid and electrolyte therapy in ruminants. *The Veterinary clinics of North America:Food animal practice*, v. 19, n. 3, p. 557 – 597, 2002.
- CONSTABLE, P.; THOMAS, E.; BOISRAME, B. Comparison of two oral electrolyte solutions for the treatment of dehydrated calves with experimentally-induced diarrhoea." *The Veterinary Journal*, v. 162, n. 2, 2001.

CONSTABLE, P. D. Use of a quantitative strong ion approach to determine the mechanism for acid—base abnormalities in sick calves with or without diarrhea. *Journal of veterinary internal medicine*, v. 19, p. 581–589, 2005.

CONSTABLE, P. D. Acid-base assessment: when and how to apply the Henderson-Hasselbalch equation and strong ion difference theory. *The Veterinary clinics of North America: Food animal practice*, v. 30, n. 2, 2014.

COSKUN, A. et al. Comparison of the effects of intravenous administration of isotonic and hypertonic sodium bicarbonate solutions on venous acid-base status in dehydrated calves with strong ion acidosis. *Journal of the American Veterinary Medical Association*. v. 236, p. 1098 – 1103, 2010.

COSNETT, J. E. The origins of intravenous fluid therapy. *Lancet*, v. 1, n.8, p. 768 – 771, 1989.

CORREA, L. B. et al. Response in blood and urinary parameters of dairy cows to the increase in dietary cation-anion balance. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*. v. 61, n. 3, p. 665 -661, 2009.

CRUVINEL, L. et al. Prevalence and risk factors for agents causing diarrhea (Coronavirus, Rotavirus, *Cryptosporidium* spp., *Eimeria* spp., and nematodes helminthes) according to age in dairy calves from Brazil. *Tropical animal health production* v. 52, p. 777–79, 2020.

DILLANE, P. et al. Establishing blood gas ranges in healthy bovine neonates differentiated by age, sex, and breed type. *Journal of dairy science*. V. 101, p. 3205–3212, 2018.

DORÉ, V. et al. Comparison of oral, intravenous, and subcutaneous fluid therapy for resuscitation of calves with diarrhea. *Journal of dairy science*, v. 102, p. 11337-11348, 2019.

FOSTER, D.; SMITH, G. Pathophysiology of diarrhea in calves. *The Veterinary clinics of North America. Food animal practice*, v. 25, n. 1, 2009.

FREITAS, M. D. **Avaliação dos parâmetros clínicos e laboratoriais de bezerros com diarreia neonatal naturalmente adquirida**, 85 f. Dissertação (Mestrado em ciência animal) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.

FREITAS, M. D, et al. Equilíbrio eletrolítico e ácido-base em bovinos. *Ciência rural*. v. 40, n. 12, p. 2608 – 2615, 2010.

FREITAS, M. D. **Avaliação de soluções eletrolíticas orais em bezerros neonatos durante o curso da diarreia**. 108 f. Tese (Doutorado em ciência animal) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2013.

FIELD, M. Intestinal ion transport and the pathophysiology of diarrhea. *The Journal of clinical investigation*, v. 111, n. 7, p. 931–943, 2003.

GANTSOVA, E. et al. Mechanisms and physiological relevance of acid-base exchange in functional units of the kidney. *PeerJ*. v. 12, 2024.

GIAMBELLUCA, S. et al. Evaluation of venous blood gas levels, blood chemistry and haemocytometric parameters in milk fed veal calves at different periods of livestock cycle. *Polish journal of veterinary sciences*, v. 19, n. 4, 2016.

GINANE, C. et al. Perception and hedonic value of basic tastes in domestic ruminants. *Physiology & behavior*, v. 104, n.5 p. 666-674, 2011.

GRÜNBERG, W. et al. Effect of rapid intravenous administration of 50% dextrose solution on phosphorus homeostasis in postparturient dairy cows. *Journal of veterinary internal medicine*, v. 20, p. 1471–1478, 2006.

GOOKIN, J. L.; NORDONE, S. K.; ARGENZIO, R. A. Host responses to *Cryptosporidium* infection. *Journal of veterinary internal medicine*, v. 16, n. 1. P. 12-21, 2002.

GOMEZ, D.; WEESE, S. Viral enteritis in calves. *Can Vet J*, n. 58, v. 12, p. 1267-1274, 2017.

HA, S. et al. Comparison of blood electrolyte and biochemical parameters between single infections of rotavirus and *Cryptosporidium parvum* in diarrheic Hanwoo calves. *Journal of veterinary science*. v. 23, n. 3, 2022.

HASSON, S. O. et al. Intimin (eae) and virulence membrane protein pagC genes are associated with biofilm formation and multidrug resistance in *Escherichia coli* and *Salmonella enterica* isolates from calves with diarrhea. *Research Notes*. v. 15, n. 1, 2025.

HELLEKANT, G. et al. Sweet taste in the calf: III. Behavioral responses to sweeteners. *Physiology & behavior*, v. 56, n. 3, p. 555-562, 1994.

HENNEMAM, C. R. et al. Avaliação da função renal através da densidade urinária e dosagem sérica de ureia e creatinina na aflotoxicose experimental em cães. *Ciência rural*. v. 6, n. 1, p. 97 – 102, 1996.

HOPKINS, E.; SANVICTORES, T.; SHARMA, S. *Physiology, Acid Base Balance*. StatPearls Publishing, 2022.

KANG, S. et al. Electrolyte and acid-base imbalance in native calves with enteropathogenic diarrhea, *Korean Journal of Veterinary Research*. v. 60, n. 3, p. 133 – 137, 2020.

KUME, S. et al. Relationships between urine pH and electrolyte status in cows fed forages. *Animal science journal*, v. 82, n. 3, p. 456 – 460, 2011.

LORENZ, I. D-Lactic acidosis in calves. *Veterinary journal*. v. 179, n. 2, p. 197-203, 2009.

LORENZ, I. GENTILE, A. D-Lactic Acidosis in Neonatal Ruminants. *The Veterinary clinics of North America:Food animal practice*. v. 30, n. 2, p. 317-331, 2014.

MARUTA, C. A. et al. 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, n. 3, p. 717 – 722, 2008

MARTIM, C. C. et al. Influence of early use of antimicrobial on the health and performance of Holstein calves in the first month of life, *Livestock diseases*, v. 40, n. 1, p. 17 – 28, 2020.

MCMENIMAN, P et al. Effects of an artificial sweetener on health, performance, and dietary preference of feedlot cattle. *Journal of Animal Science*, v. 84, n. 9, p. 2491 – 2500, 2006.

MICHELL, A. R. "Drips, drinks and drenches: what matters in fluid therapy. *Irish Veterinary Journal*. v. 42, p. 17-22, 1998.

MEGAHED, A. A.; GRÜNBERG, W.; CONSTABLE, P. D. Clinical utility of urine specific gravity, electrical conductivity, and color as on-farm methods for evaluating urine concentration in dairy cattle. *Journal of veterinary internal medicine*, v. 33, n. 3, p. 1530 – 1539, 2019.

NAVEEN, P. et al. Different taste enhancing feed additives in livestock feeding- a review. *Multilogic in science*. v. 7, 2022.

PALMER, B.F.; CLEGG, D.J. Respiratory Acidosis and Respiratory Alkalosis. *The official journal of the National Kidney Foundation*, v. 82, n. 3, p. 347-359, 2023.

RASOULI, M. Why 0.9% saline is not normal. *Pediatric nephrology*, v. 34, n. 7, p. 1301 -1302, 2019.

RIBEIRO FILHO, J. D. Hidratação enteral em bovinos: avaliação de soluções eletrolíticas isotônicas administradas por sonda nasogástrica em fluxo contínuo. *Ciência Rural*. v. 41, n. 2, p. 285-290, 2011.

RIBEIRO FILHO, J. D. et al. Equilíbrio ácido base em vacas leiteiras. Cap. 5. NERO, L. A. *Cadeias leiteiras no Brasil, Viçosa –MG*. Editora UFV, 2024. p (108) – (131).

SHAW, I.; GREGORY, K. Acid-base balance: a review of normal physiology. *BJA education*, v. 22, n. 10, p. 396 – 401, 2022.

SANTAROSA, B. P. et al. Blood gas parameters of Brahman cattle. *Animal open space*, v. 2, p. 100047, 2023.

SMITH, G. Treatment of calf diarrhea: oral fluid therapy. *The Veterinary clinics of North America: Food animal practice*, v. 25, n. 1, 2009.

SMITH, G. et al. Fluid Therapy in Calves. *The Veterinary clinics of North America: Food animal practice*, v. 30, n. 2, p. 409-427, 2014.

TAYLOR, J.D.; RODENBURG, M.; SNIDER, T.A. Comparison of a commercially available oral nutritional supplement and intravenous fluid therapy for dehydration in dairy calves. *Journal of dairy science*, v. 100, n. 6, p. 4839 – 4846, 2017.

TREFZ, F.M.; CONSTABLE, P. D.; LORENZ, I. 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*, v. 29, p. 678–687, 2015.

TREFZ, F. M. et al. Clinical signs, profound acidemia, hypoglycemia, and hypernatremia are predictive of mortality in 1,400 critically ill neonatal calves with diarrhea. *PLoS ONE*, v. 12, n. 8, 2017.

TOBIAS, A.; BALLARD, B. D.; MOHIUDDIN, S. S. *Physiology, Water Balance*. StatPearls, 2022.

TORCHE, S. et al. Physiopathology of diarrhea in young calves: clinical signs and metabolic disturbances. *Journal of new sciences*, n. 73, v. 1, p. 4443-4451, 2020.

SEN, I.; CONSTABLE, P. D.; MARSHALL, T. S. Effect of suckling isotonic or hypertonic solutions of sodium bicarbonate or glucose on abomasal emptying rate in calves. *American journal of veterinary research*, v. 67, n. 8, p. 1377-1384, 2006.

UYAMA, T, et al. Cross-sectional study of antimicrobial use and treatment decision for preweaning Canadian dairy calve, *Journal of dairy science*, v. 3, p. 72 – 77, 2022.

NAYLOR, J. M.; FORSYTH, G. W. The alkalinizing effects of metabolizable bases in the healthy calf. *Revue canadienne de recherche veterinaire*, v. 50, n. 4. P. 509–516, 1986.

VISWANATHAN, V.; HODGES, K.; HECHT, G. Enteric infection meets intestinal function: how bacterial pathogens cause diarrhea, *Nature reviews. Microbiology*, v. 7, n. 2, p. 110–119, 2009.

WANGE, J. et al. Water and concentrate intake, weight gain and duration of diarrhea in young suckling calves on different diets, *Livest Science*, v. 159. p, 133 – 140, 2013.

YANAR, E. et al. Determination of urea, creatinine and urea/creatinine ratios in calves with diarrhoea. *Journal of the Faculty of Veterinary Medicine*, n.13, v. 2, p.161–164, 2024.