

REVISTA BRASILEIRA DE
BUIATRIA



Volume I - 2021

CLÍNICA MÉDICA



Associação Brasileira
de Buiatria

HIDRATAÇÃO EM RUMINANTES ADULTOS E NEONATOS: ABORDAGEM PRÁTICA E OBJETIVA

FLUID THERAPY IN ADULT AND NEONATE RUMINANTS:
A PRACTICAL AND OBJECTIVE APPROACH

José Dantas Ribeiro Filho¹, Rinaldo Batista Viana², Hélio Cordeiro Manso Filho³,
Luiz Carlos Fontes Baptista Filho⁴ & Júlio Augusto Naylor Lisbôa⁵

RESUMO

Na rotina clínica, os distúrbios hidroeletrólíticos estão entre as ocorrências mais comuns enfrentados por veterinários buiatras. Usualmente ruminantes enfermos, tanto bezerros quanto adultos, apresentam desequilíbrios hidroeletrólíticos e ácido base, em menor ou maior intensidade, ocasionados pela doença primária. O tratamento dessas alterações tem como demanda principal a administração de soluções eletrolíticas, exigindo atenção especial para o seu reconhecimento e manejo adequados, particularmente no paciente crítico. A hidratação é a única terapia capaz de reverter esses desarranjos, quando executada baseada na avaliação clínica e laboratorial e respeitando os princípios técnicos, os resultados benéficos são inquestionáveis. Esse artigo de revisão tem o objetivo de proporcionar ao Médico Veterinário orientação de forma clara e objetiva sobre todas as etapas da hidratação em bezerros e adultos ruminantes.

Palavras-chave: bovinos, bezerros, caprinos, desidratação, soluções eletrolíticas.

ABSTRACT

In clinical routine practice, hydroelectrolytic disturbs are among the most common issues faced by buiatric veterinarians. Usually sick ruminants, both calves and adults, have hydroelectrolytic and acid-base imbalances, in greater or lesser degree, caused by primary disease. The treatment is based on administration of electrolytic solutions. It requires special attention and adequate handling, especially in critically ill patients. Fluid therapy is the only treatment capable of reversing these disorders and the benefic results are unquestionable when performed based on clinical and laboratory evaluation, respecting technical principles. This review article aims to provide Veterinarians with clear and objective guidance on all fluid therapy stages in calves and adult ruminants.

Keywords: cattle, calf, goat, dehydration, electrolytic solutions.

1 Programa de Pós-graduação em Medicina Veterinária, Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, Brasil.

2 Programa de Pós-graduação em Reprodução Animal na Amazônia, Universidade Federal Rural da Amazônia, Pará, Brasil.

3 Programa de Pós-graduação em Medicina Veterinária, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Pernambuco, Brasil.

4 Universidade Federal do Agreste Pernambuco, Pernambuco, Brasil.

5 Programa de Pós-graduação em Ciência Animal, Universidade Estadual de Londrina, Paraná, Brasil.

✉ Autor para correspondência:
dantas@ufv.br

Revista Brasileira de Buiatria
Clínica Médica, Volume 1, Número 1, 2021



Associação Brasileira
de Buiatria



INTRODUÇÃO

Trazer à luz do conhecimento uma abordagem prática e segura acerca da hidratação em ruminantes adultos e neonatos é o que se pretende com este artigo. Assim pode-se propiciar ao leitor, um artigo com abordagem objetiva para desmistificar os aspectos inerentes à hidratação do paciente ruminante, tanto em condições hospitalar, como a campo. Mas para melhor compreensão do tema, propõe-se o estabelecimento de conceitos importantes e que não podem ser negligenciados sobre o tema.

A hidratação, tratada aqui como a reposição de líquidos e eletrólitos, torna-se uma técnica necessária e eficaz quando da presença de desequilíbrios hídricos, eletrolíticos e ácido base, rotineiramente diagnosticados na clínica buiátrica. Em bovinos, diversos são os processos mórbidos que cursam com quadros clínicos de desidratação, perda de eletrólitos e desequilíbrio ácido base em graus de intensidade variadas, como as diarreias neonatais e as indigestões dos compartimentos gástricos de bovinos (acidose láctica ruminal, alcalose ruminal e deslocamento de abomaso).

O sucesso na utilização da técnica depende da solução adequadamente escolhida para cada tipo de desequilíbrio hidroeletrólítico e ácido base, do volume corretamente calculado para cada fase do processo de reposição hídrica, da velocidade de administração, da modalidade e via escolhidas, adequadas à gravidade e evolução da doença e à característica da solução a ser utilizada.

A hidratação em ruminantes pode ser realizada em três modalidades (Figura 1): 1) hidratação oral, 2) hidratação enteral e 3) hidratação parenteral por via intravenosa. Na hidratação enteral podem ser utilizadas as vias oro-esofágica, nasoesofágica, ororruminal e nasorruminal, as quais permitem a administração por sondas das soluções eletrolíticas tanto em bolus, como em fluxo contínuo. Sobre a utilização da modalidade enteral em fluxo contínuo ou em bolus, ao longo dessa última década, alguns estudos foram conduzidos, onde se estudou o uso de soluções eletrolíticas isotônicas administradas por sonda nasorruminal em fluxo contínuo em bovinos adultos^{1,2}, assim como em bezerros, em que se avaliaram diferentes soluções com distintas osmolaridades³, uso de

soluções de manutenção⁴ e soluções com distintas concentrações de cloretos em bovinos adultos⁵ bem como o efeito da osmolaridade e do acetato de sódio em bezerros⁶.

Do mesmo modo sobre a modalidade parenteral, ao longo dessa última década vários estudos contribuíram para melhor compreensão do tema, em que se estudou o efeito da solução de Ringer com lactato de sódio sobre os equilíbrios hidroeletrólítico e ácido base⁷, ou o efeito alcalinizante de soluções eletrolíticas intravenosas com concentrações elevadas de lactato de sódio em bezerros⁸, ou ainda, o impacto de diferentes soluções eletrolíticas orais sobre a glicemia e os equilíbrios hídrico, eletrolítico e ácido base de bezerros neonatos sadios⁹. E, finalmente o uso de solução hipertônica de cloreto ou bicarbonato de sódio no tratamento da acidose láctica ruminal aguda¹⁰.

Todos esses estudos e pesquisas propiciam trazer relevantes contribuições na busca da composição ideal das soluções eletrolíticas enterais, visto que as soluções diferem em função da idade ou do estágio fisiológico do paciente, bem como da condição patológica que o acomete. Destarte, duas categorias devem ser consideradas: o bezerro lactente e os animais com atividade fermentativa pré-estomacal já desenvolvida, já que bezerros neonatos e lactentes desidratados geralmente apresentam acidose metabólica e a adição de um agente alcalinizante nas soluções eletrolíticas enterais torna-se necessária¹¹.

Portanto a exitosa hidratação em ruminantes adultos e neonatos requer do buiatra conhecimentos gerais e pormenorizados acerca das soluções, volumes, concentrações, modalidades e vias de administração, bem como das alterações dos equilíbrios hídrico, eletrolítico e ácido base para cada doença em particular.

CONCEITOS, IMPORTÂNCIA E INDICAÇÕES

A fluidoterapia, aqui mais adequadamente denominada hidratação, em suas diferentes modalidades (Figura 1), pode ser definida como a modalidade terapêutica que tem por objetivo a recomposição dos desequilíbrios hidroeletrólíticos e ácido base. É considerada a medida terapêutica que mais colabora para a sobrevivência do paciente¹². Em ruminantes adultos e neonatos enfermos,

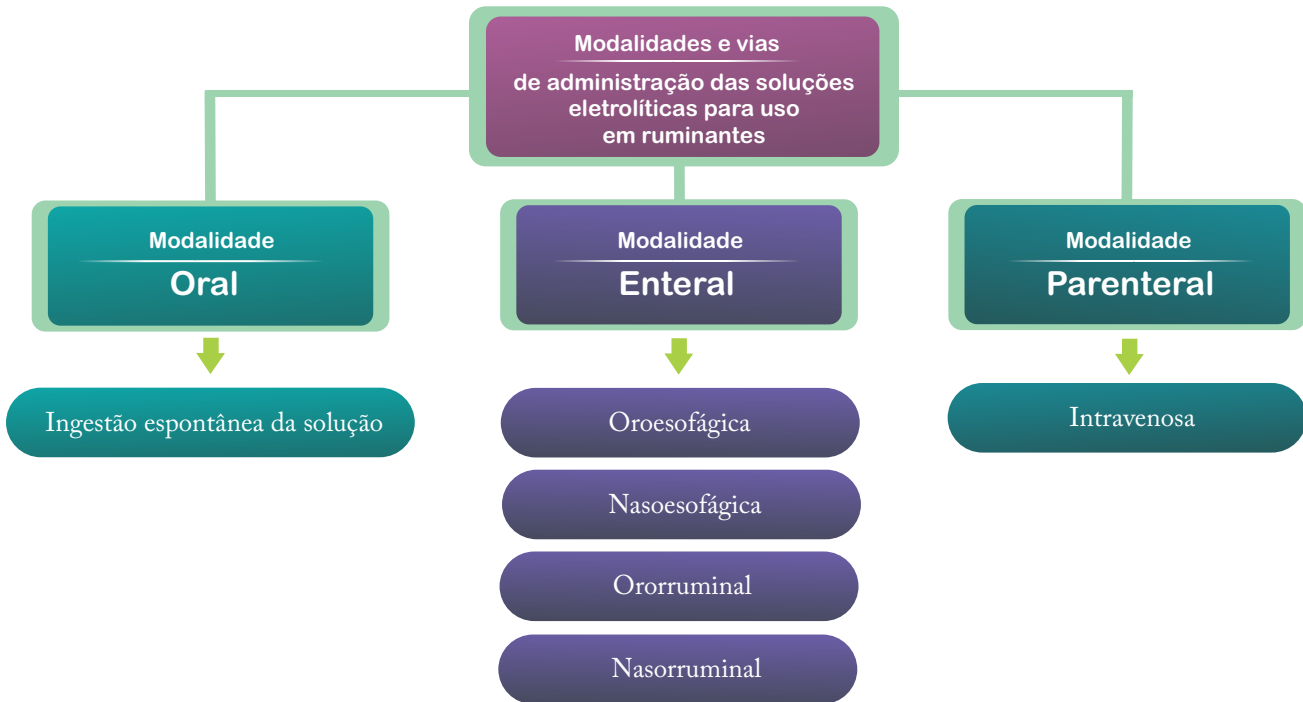


Figura 1. Modalidades e vias de administração de soluções para reposição hídrica, eletrolítica e ácido base.

principalmente os que apresentam doenças localizadas no aparelho digestório, a hidratação é imprescindível pois sua utilização possibilita a recuperação e manutenção da perfusão e de funções celulares, corrige as alterações hídricas, eletrolíticas e ácido base¹³, além de favorecer a recuperação da motilidade de pré-estômagos, abomaso e intestinos. Ressaltando-se que o bom funcionamento do aparelho digestório é essencial para a promoção e manutenção do equilíbrio hídrico, eletrolítico e ácido base nos animais. Em vista disso, a hidratação acelera a recuperação e, em alguns, é a principal responsável pela cura do paciente.

Apesar da sua imensa importância e do avanço desta técnica, sobretudo no que se refere ao desenvolvimento de soluções eletrolíticas enterais para ruminantes adultos ou soluções eletrolíticas orais para bezerros, a hidratação ainda é mal utilizada e muitas vezes subestimada. Muitos a consideram trabalhosa, demorada e onerosa, principalmente quando se faz necessário o uso de soluções eletrolíticas comerciais em grandes volumes por via intravenosa (IV), o que comumente ocorre na reidratação de ruminantes adultos. Em razão disso, a quantidade de solução infundida por via IV nessa classe de animal é habitualmente menor que a necessária, especialmente quando o paciente apresenta pouco valor zootécnico.

A indicação da hidratação se dá pelos mais variados motivos, sendo a desidratação a razão principal para sua utilização. Como a desidratação é o sinal clínico que expressa o déficit hídrico do organismo e usualmente está associada a desequilíbrios eletrolíticos e ácido base, a simples reposição hídrica não é suficiente para o pleno reestabelecimento da homeostase, por isso soluções eletrolíticas contendo fontes eletrolíticas e/ou energéticas são de uso obrigatório no paciente desidratado.

Em ruminantes adultos doenças ou síndromes como diarreia, indigestões, acidose láctica ruminal, ectopias de abomaso, dilatação cecal, obstruções intestinais, peritonite, entre outras, estão as principais causadoras de desequilíbrios hidroeletrólíticos e ácido base.

Em bezerros a principal causa de desidratação é a diarreia neonatal, problema que ocorre com frequência elevada nos rebanhos de leite e de corte, acometendo bezerros ao longo do primeiro mês de vida. Agentes enteropatogênicos virais (rotavírus e coronavírus), bacterianos (*Escherichia coli*, *Salmonella* spp. e *Clostridium perfringens*) e protozoários (*Cryptosporidium parvum* e *Eimeria* spp.), associados ou não entre si, estão comumente envolvidos na etiologia, e provocam quadros diarreicos com intensidade e duração variadas. Como consequência da diarreia, desequilíbrios hídrico, eletrolíticos e ácido



base se estabelecem e isso, de forma geral, independe do (s) agente (s) enteropatogênico (s) envolvido (s). A magnitude dos desequilíbrios está relacionada diretamente com a intensidade (número de evacuações por dia e teor de água nas fezes) e com a duração da diarreia. A hidratação aplicada ao bezerro diarreico tem, portanto, como objetivos primordiais reverter a desidratação e corrigir a hiponatremia, a depleção de K^+ e a acidose metabólica. Para tanto, independente da via de administração, as soluções apropriadas devem conter Na^+ , K^+ , Cl^- em quantidade menor do que a de Na^+ , e um agente alcalinizante.

A rápida correção de anormalidades hidroeletrólíticas e ácido base é premissa básica para a recuperação do paciente e é feita por meio da hidratação. Contudo, a hidratação pode também ser utilizada para prevenir o surgimento de desequilíbrios hidroeletrólíticos e ácido base, principalmente nos casos em que o animal apresenta a ingestão de água e alimentos comprometidos ou apresentando perdas, como ocorre na diarreia. O seu uso, imediatamente antes ou na fase inicial de instalação desses desequilíbrios, pode evitar o desenvolvimento das duas formas mais graves de desidratação, a desidratação intensa e o choque hipovolêmico. Independentemente da situação, o uso correto desta técnica em ruminantes adultos e neonatos, tem a capacidade de proporcionar a melhora desses animais em situações clínicas que rotineiramente desafiam o buiatra e seus pacientes.

MODALIDADES DE HIDRATAÇÃO

São três as modalidades de correção dos desequilíbrios hidroeletrólíticos e ácido base mais importantes em ruminantes adultos e neonatos: 1) Hidratação Oral – a solução eletrolítica (SE) oral é ingerida espontaneamente pelo animal. Ela é considerada a primeira alternativa em bezerros que mantêm o reflexo de sucção e deglutição. As SE são administradas em mamadeiras; 2) Hidratação Enteral (HET) – na hidratação enteral as SE são administradas por meio de sondas. Podem ser utilizadas as vias oroesofágica, nasoesofágica, ororruminal e nasorruminal. A via ororruminal é o método clássico e o mais adotado; quando se utiliza esta via, as SE são infundidas em *bolus* (usualmente nos animais adultos, em que são infundidos

grandes volumes de uma única vez). As vias nasoesofágica e nasorruminal permitem a administração das SE, tanto em *bolus* como em fluxo contínuo; todavia, quando se utilizam estas vias, as SE são administradas, frequentemente, em fluxo contínuo (pequenos volumes infundidos de forma contínua por tempo prolongado); e 3) Hidratação Parenteral por Via Intravenosa (IV); como nessas classes de animais utiliza-se quase que exclusivamente a via IV, é habitualmente denominada de hidratação intravenosa.

HIDRATAÇÃO ORAL E ENTERAL EM BEZERROS

A administração de SE nas modalidades oral e enteral é um procedimento viável, fácil, rápido, barato e eficiente, devendo, por todos estes motivos, ser adotado como a primeira escolha para a hidratação de bezerros diarreicos. Pode ser aplicada com segurança em bezerros leve ou moderadamente desidratados, e deve ser adotada desde o início do quadro diarreico, impedindo-se, assim, que os desequilíbrios se acentuem ao longo da evolução. Porém, deve ser evitada nos casos em que o trânsito aboral da ingesta estiver diminuído, bem como, nos casos de desidratação acentuada ou de choque hipovolêmico, situações em que a absorção intestinal de água e de eletrólitos estará comprometida, o que reduz a eficácia desta medida terapêutica. A hidratação oral deve ser evitada em bezerros com grau acentuado de depressão e com reflexos de sucção e deglutição ausentes^{14,15,16}. Entretanto, este último critério de decisão estará sujeito a interpretações errôneas nos bezerros de corte e nos de leite com amamentação natural espontânea, uma vez que eles não costumam responder com sucção à estímulos artificiais como a introdução do polegar ou do bico da mamadeira em suas bocas.

As SE podem ser administradas por mamadeira (modalidade oral) ou por sondagem oroesofágica e nasoesofágica (modalidade enteral) em um volume de 2 L cada vez, é rotineiramente empregado, pois é compatível com a capacidade volumétrica do abomaso. A primeira alternativa é melhor quando o bezerro suga ativamente porque o “fechamento” reflexo da goteira esofageana direciona a SE deglutida diretamente para dentro do abomaso. É incerto que isso ocorra quando os bezerros apresentam sucção lenta e irregular e é certo que isso não



ocorre nas administrações por sonda. Nestes casos, parte do volume administrado permanecerá algum tempo no rume-retículo rudimentar, mas também acabará chegando ao abomaso e ao intestino delgado.

HIDRATAÇÃO ENTERAL EM RUMINANTES ADULTOS

Uma opção eficaz para a administração de soluções eletrolíticas em bovinos e caprinos adultos é a hidratação enteral (HET), pois o epitélio ruminal é capaz de absorver grandes volumes de água. Essa modalidade pode ser utilizada administrando-se SE por sondas via ororruminal ou via nasorruminal. Como regra geral, desde que não haja alterações que contraindiquem o seu uso, são

consideradas as vias de eleição. As principais contraindicações ou limitações da HET são as distensões ruminais por gás, líquido ou digesta; decúbito, atonias ou obstruções do sistema digestório, desidratações intensas e choque hipovolêmico.

Em ruminantes adultos a HET por via ororruminal é o método clássico e o mais utilizado. Entretanto, sua utilização apresenta como desvantagem a obrigatoriedade da introdução do guia de sonda e da sonda, a cada administração da SE, podendo produzir lesão na mucosa da faringe e do esôfago, além de causar estresse no animal². Do mesmo modo, quando se utiliza a via ororruminal usualmente grandes volumes de líquido são administrados de uma única vez no rúmen (infusão em *bolus*) podendo causar desconforto ou até refluxo de líquido ruminal pelo excesso de volume da SE. O uso da via



Figura 2. Hidratação enteral em fluxo contínuo com soluções eletrolíticas administradas por via nasorruminal em caprinos adultos. Imagens A, B e C: Cabra submetida a sondagem nasorruminal, com sistema acoplada e em HETfc. Imagem D: monitoramento de paciente caprino em HETfc. Fotos: RB Viana e JD Ribeiro Filho.



ororruminal impossibilita a administração da SE de forma lenta e contínua¹.

Ao longo dos últimos 10 anos vem sendo estudada e utilizada no Brasil uma nova alternativa para a infusão de SE em ruminantes adultos e bezerros. Denominada de HET em fluxo contínuo foi inicialmente empregada em equinos adultos com resultados eficazes e seguros¹⁷. Em ruminantes adultos e bezerros denomina-se HET em fluxo contínuo por via nasorruminal ou nasoesofágica, sendo considerada uma alternativa à via clássica ororruminal.

Na HET em fluxo contínuo em ruminantes adultos e neonatos utiliza-se uma sonda de pequeno calibre (4 a 6 mm de diâmetro) por via nasoesofágica ou nasorruminal (Figuras 2 e 3). Essa técnica é menos estressante para o animal pois a sonda é introduzida uma única vez, permanecendo até o final da hidratação; permite que as SE sejam infundidas de forma lenta e contínua, evitando a distensão do rúmen por excesso de volume.

Como a sonda é fina, não impede que o animal se alimente; possibilita que os animais fiquem soltos na baía durante a hidratação, reduzindo o estresse ao qual os

pacientes são submetidos durante o procedimento, principalmente nas hidratações por tempo prolongado^{17,18,19}.

A HET pelo método clássico (via ororruminal em bolus) ou em fluxo contínuo, pelas vias nasoesofágica ou nasorruminal, possui duas grandes vantagens em comparação à via intravenosa. Possibilita a terapia mais específica para o paciente, ou seja, a solução pode ter a composição baseada na necessidade do paciente, e o custo das SE é baixo. Dependendo da sua composição, o valor da SE pode alcançar, no máximo, 20% do custo da solução eletrolítica comercial para uso IV. Essa diferença se torna significativa quando grandes volumes de SE são utilizados no paciente.

A HET deve ser utilizada preferencialmente em pacientes com desidratação discreta (5-7%) a moderada (8-10%). Às vezes, bovinos com desidratação intensa (11-12%) e sem alteração na função gastrointestinal se recuperam sem intercorrências apenas com HET, ou com uma combinação de HET e hidratação por via IV²⁰. A utilização desse procedimento pode significar economia de custo. Por outro lado, bovinos com endotoxemia ou seps

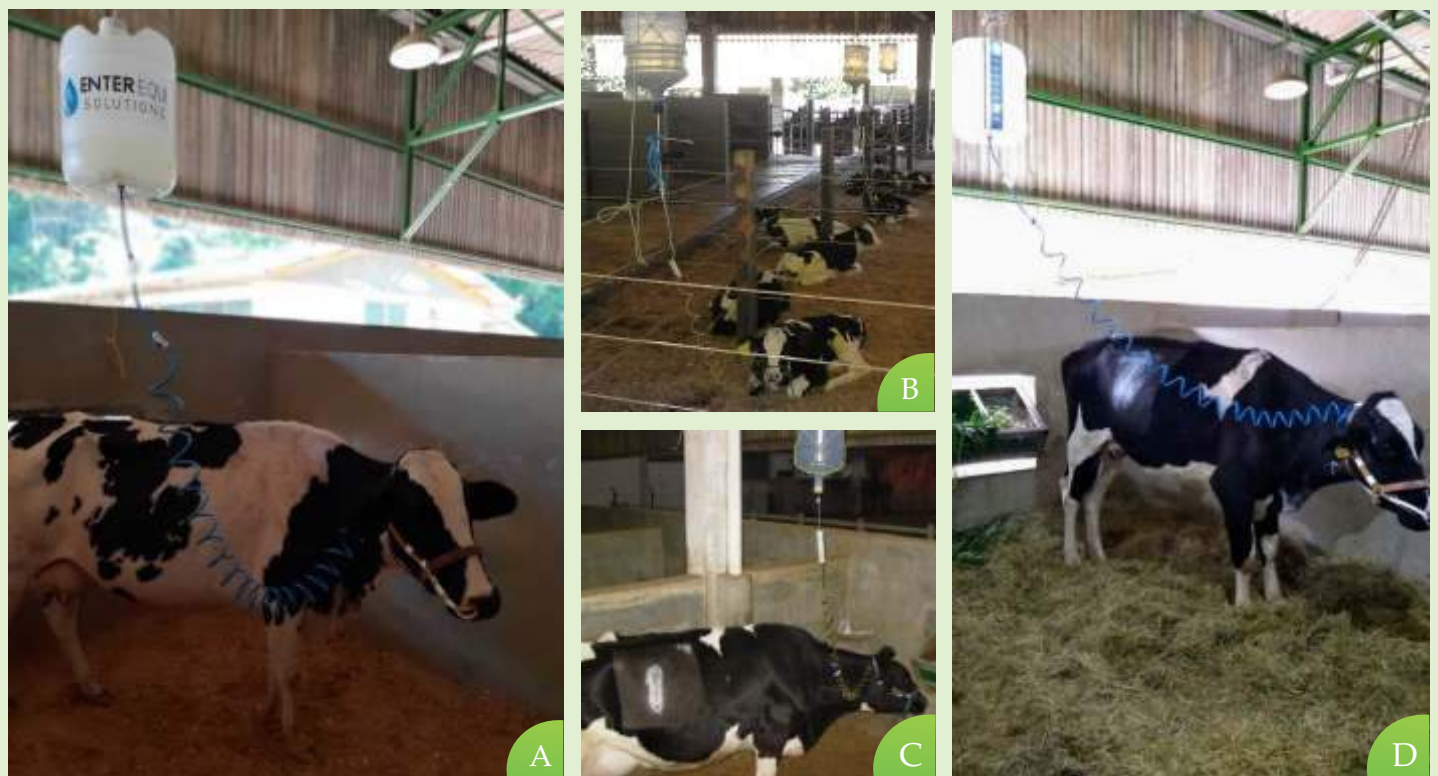


Figura 3. Hidratação enteral em fluxo contínuo com soluções eletrolíticas administradas por via nasorruminal em bovinos adultos e bezerros (Imagens A e B) e em vaca pós-abomasopexia (Imagens C e D). Fotos: RB Viana e JD Ribeiro Filho.

podem desenvolver choque apenas com desidratação discreta ou moderada, necessitando de soluções eletrolíticas para uso IV. Doença gastrointestinal estrangulante e mastites agudas são exemplos de condições que resultam nessas situações²⁰.

HIDRATAÇÃO PARENTERAL POR VIA INTRAVENOSA

A administração de soluções eletrolíticas comerciais por via IV em bovinos adultos ainda é o método padrão de terapia hidroeletrólítica recomendado na literatura. Devido aos seus efeitos imediatos, o seu uso é obrigatório na desidratação intensa (11-12%) e no choque hipovolêmico³. Essa via permite infusão contínua de soluções eletrolíticas, ocasionando a rápida expansão da volemia, o que é decisivo para a correção dos dois tipos de desequilíbrios acima citados. Entretanto, independente do grau de desidratação apresentado pelo paciente, no choque endotóxico e séptico é a via de eleição²⁰.

No Brasil, o custo exorbitante de soluções eletrolíticas comerciais torna a hidratação em bovinos adultos por via IV um verdadeiro entrave, pois usualmente nessa classe de animais, grandes volumes de soluções eletrolíticas se fazem necessários. Outro obstáculo observado no uso da hidratação IV está relacionado às infusões de soluções eletrolíticas por tempo prolongado, pois nesse tipo de reidratação existe a necessidade de vigilância e do monitoramento constante do paciente. Ao mesmo tempo, podem ocorrer eventuais complicações como perda do acesso venoso, hemorragias e flebites, principalmente quando se utilizam agulhas em vez de cateteres IV para administração da solução eletrolítica¹².

A veia jugular é mais usada para administração de soluções eletrolíticas de uso IV em ruminantes (Figura 4). A sua utilização permite a administração rápida de grandes volumes, o que é desejável na desidratação intensa e no choque hipovolêmico. No entanto, o uso da veia auricular em bovinos e bubalinos também é satisfatório para hidratação do paciente adulto (Figura 5). Esta veia é de fácil acesso, podendo ser utilizado cateter 16G ou 18G em bovinos adultos nas veias auriculares por mais de 96 horas²¹, efetuando a sua lavagem duas vezes ao dia com solução salina heparinizada, sem ocasionar o aparecimento de efeitos adversos. Apesar do fácil acesso, deve-se evi-

Preenchimento da luz de cateteres venosos centrais e periféricos com solução anticoagulante

Finalidades: manter permeabilidade do acesso vascular; prevenir infecções relacionadas ao cateter; reduzir o número de punções venosas; minimizar o desconforto e promover bem-estar ao paciente.

Indicações: pacientes com cateteres de longa permanência em uso esporádico; paciente com rede venosa de difícil acesso; paciente com cateteres sem indicação de terapia com fluidos por período superior a 24h.

Contraindicações / Restrições: Não se aplica. Tomar cuidado com a aplicação de heparina em volume superior ao priming do cateter, quando o paciente tiver restrição ao uso desse medicamento.

Procedimentos: 1) conectar a seringa contendo 20 mL SF 0,9% na extensão do cateter, e injetar toda a solução, sem fazer pressão excessiva, até remover resíduos no lume do cateter; 2) retirar a seringa; 3) conectar a seringa de 10 mL com a solução heparinizada (0,2 mL de heparina 5.000 UI mL⁻¹ e 9,8 mL de SF 0,9% – 100 UI mL⁻¹) e injetar 3 a 5 mL. Enquanto estiver infundindo, clampar o extensor do dispositivo agulhado; 4) retirar o dispositivo de punção, juntamente com a seringa; 5) fechar o dispositivo.

Observações: administrar medicamentos em cateteres heparinizados, seguindo a sequência: aspirar a solução heparinizada da luz do cateter; injetar SF 0,9% sob pressão moderada; administrar a medicação prescrita e injetar SF 0,9% ou outra solução sob pressão moderada, utilizando seringas, para depois, heparinizar o cateter novamente; realizar a punção do cateter totalmente implantado com técnica asséptica, quando houver a sua necessidade para a heparinização. Realizar a punção do cateter totalmente implantado com técnica asséptica, quando houver a sua necessidade para a heparinização.

• • • • •



tar a administração de soluções eletrolíticas por via IV utilizando a veia epigástrica cranial superficial (veia mamária). Independente da veia a ser utilizada, jugular ou auricular, o acesso para infusão de soluções eletrolíticas deve ser feito sempre com cateteres. Atualmente há no merca-

do nacional cateteres de longa duração, os quais podem ser mantidos no paciente por dias. Essa prática evita o desenvolvimento de hematomas e flebites.

Em bezerros, a administração IV de soluções eletrolíticas deve também ser empregada nos casos de desi-

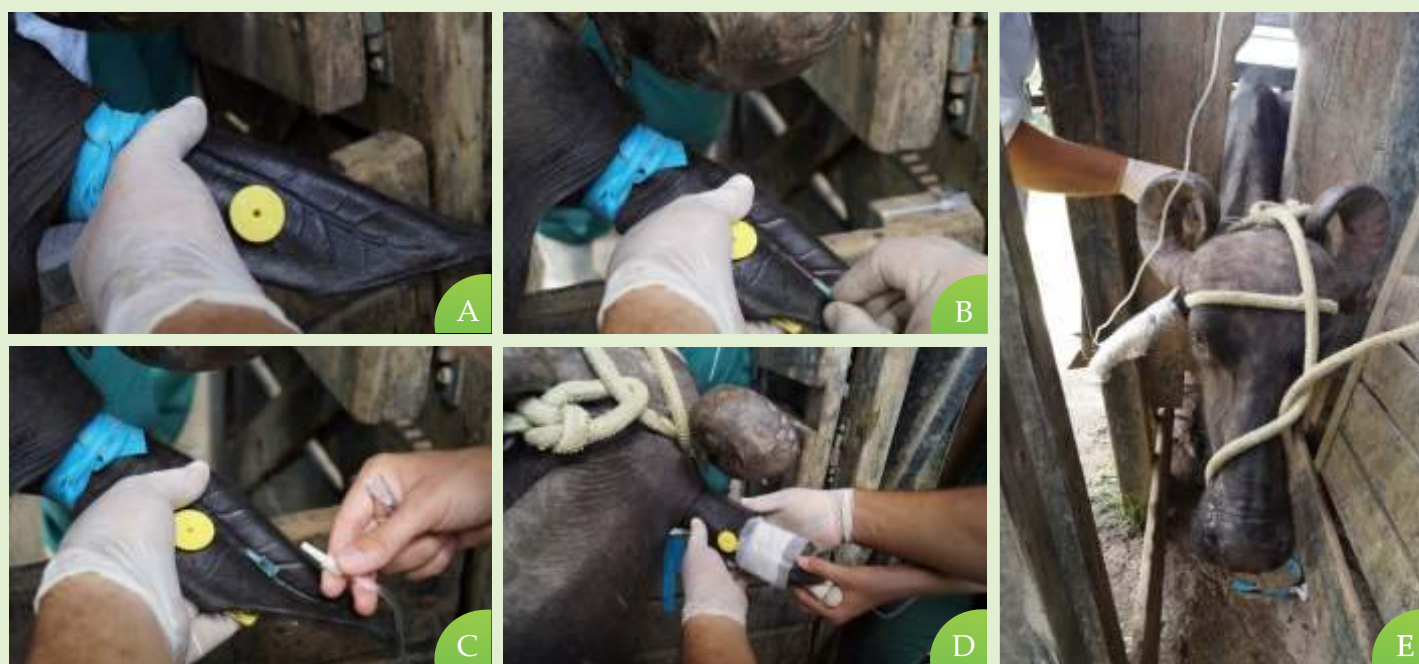


Figura 5. Búfala com acesso pela veia auricular para hidratação parenteral intravenosa: antissepsia e garroteamento da orelha (Imagem A); introdução do cateter (Imagem B); conexão com o equipo (Imagem C); fixação e contenção do cateter à orelha com esparadrapo (Imagem D); e búfala pronta para ser solta na baía com o sistema de hidratação pela via auricular todo acoplado (Imagem E). Foto: RB Viana e JD Ribeiro Filho.



dratação acentuada e de choque hipovolêmico. Nestas situações a correção dos desequilíbrios impõe-se como urgência e a hidratação oral ou enteral é ineficaz. O custo e o tempo de execução são maiores. Durante a infusão, a vigilância é necessária para efetuar a troca dos frascos que contêm a solução utilizada, evitando-se a interrupção do procedimento e a entrada de ar no sistema, e para garantir a manutenção da viabilidade e da patência do sistema de infusão, que envolve o cateter intravenoso, o extensor de equipo (opcional), o equipo e o frasco ou bolsa contendo a solução eletrolítica, assim como as conexões entre estes componentes. As administrações alternativas de soluções eletrolíticas por vias subcutânea ou intraperitoneal não são eficientes porque nos casos de desidratação acentuada e de choque hipovolêmico a distribuição dos fluidos e dos eletrólitos infundidos para outros compartimentos fluidos no organismo não ocorre de forma suficientemente rápida para promover a correção da hemoconcentração e restabelecer a condição hemodinâmica. A lentidão da distribuição ocorre como consequência da vasoconstrição periférica^{14,22}.

A fixação do cateter na veia jugular é a opção mais frequentemente utilizada em bezerros, sendo relativamente fácil até mesmo nos casos de choque hipovolêmico com hipotensão. Para tanto, é possível usar os cateteres intravenosos 16G e 14G. As veias auriculares também são boas opções¹⁴, exceto quando há hipotensão, o que dificulta a inserção do cateter devido à ausência de repleção da veia, mesmo após o garroteamento. Nesta situação, cateteres 18G ou 20G devem ser utilizados.

DESEQUILÍBRIOS ELETROLÍTICOS E ÁCIDO BASE

Nos casos de diarreia, a perda contínua de eletrólitos com as fezes provoca os desequilíbrios eletrolíticos e ácido base. Os íons Na^+ e K^+ são eliminados em grande quantidade, enquanto a eliminação de íons Cl^- não é tão acentuada. Os bezerros diarreicos costumam apresentar, portanto, hiponatremia, normo ou hiperclorêmia, e depleção de potássio^{23,24}. Como o K^+ é um cátion do meio intracelular, a sua concentração no espaço fluido extracelular não reflete fielmente o estado do equilíbrio e, portanto, os bezerros raramente apresentam hipopotassemia, sendo mais comum a normopotassemia ou a hiperpotassemia,

quando a acidose metabólica é intensa^{23,24}. A acidose metabólica ocorre por dois motivos principais: a) por desequilíbrio entre os íons fortes devido à perda de cátions, principalmente o Na^+ , e ao aumento na concentração de ânions, principalmente o Cl^- (hiperclorêmia relativa); e b) pelo acúmulo de ácidos orgânicos, notadamente os isômeros L e D do lactato²⁵. A hiperlactatemia L, resultante da síntese endógena aumentada, ocorre nas situações críticas de hemoconcentração e choque hipovolêmico devido à hipóxia tecidual. A hiperlactatemia D, considerada atualmente a causa mais importante de acidose metabólica em bezerros diarreicos, é resultado da absorção do lactato D produzido pela microbiota do intestino grosso como produto final da fermentação de carboidratos mal digeridos e mal absorvidos no intestino delgado²⁶. Além dos desequilíbrios mencionados, a hipoglicemia pode estar presente, eventualmente^{23,24}.

A verificação da presença e da magnitude dos desequilíbrios eletrolíticos e da acidose metabólica somente pode ser confirmada com o exame hemogasométrico. Este recurso pode estar disponível em estruturas hospitalares, mas não estará disponível na maioria dos casos atendidos a campo. Com alguma margem de erro, o clínico deve que assumir, portanto, que os desequilíbrios mais prováveis estejam, de fato, presentes. A intensidade da acidose metabólica se correlaciona com o grau de depressão que o bezerro manifesta, principalmente nos casos em que ocorre hiperlactatemia D²⁶. Embora nem sempre esteja correlacionada com o grau de desidratação, é coerente assumir, na ausência do exame hemogasométrico, que os valores de excesso de bases (BE), também denominado de concentração de base (cBase), variem conforme demonstrado na Figura 6. Arbitariamente, pode-se admitir que os valores de -5 mmol L^{-1} , -10 mmol L^{-1} , -15 mmol L^{-1} e -20 mmol L^{-1} correspondam aos graus leve, moderado, acentuado e muito acentuado de acidose metabólica (Figura 6), os quais se relacionam com a intensidade da desidratação e da depressão²⁷.

Desequilíbrios eletrolíticos e ácido base também são frequentes em bovinos adultos. Em um estudo²⁸, foi registrado que aproximadamente 20% dos bovinos desidratados apresentaram hiponatremia ou hipocalemia, enquanto mais de 40% manifestaram hipoclorêmia. Além disso, os animais tinham cerca de duas vezes mais chance de ter alcalose metabólica do que acidose. A estase do trato gastrointestinal e a obstrução do intestino delgado ou



A



B



C



D

Figura 6. Graus de desidratação (% do peso corporal) e intensidade da acidose metabólica estimada com base na magnitude da depressão. Os valores de BE indicam, arbitrariamente, os graus leve (5 a 8%) (BE -5 mmol/L) (Imagem A); moderado (5 a 10%) (BE -10 mmol/L) (Imagem B); acentuado (10 a 12%) (BE -15 mmol/L) (Imagem C); e muito acentuado (> 12%) (BE -20 mmol/L) (Imagem D) de acidose metabólica. Fotos: JANLisbôa.

pilórica levam ao acúmulo de íons cloreto no trato gastrointestinal, resultando em alcalose metabólica. Portanto, bovinos com deslocamento abomasal ou volvo, indigestão vaginal e deslocamento ou torção cecal são geralmente alcalóticos²⁰.

Ingestão de carboidratos e doença do trato urinário²⁸, estrangulamento/obstrução do intestino delgado²⁹ e enterite/diarreia^{29,28} são condições em bovinos adultos em

que a acidose metabólica é mais comum do que a alcalose metabólica. A perda de saliva pode também ocasionar acidose metabólica, visto que a saliva dos ruminantes é rica em bicarbonato de sódio²⁰.



Quadro 1. Desequilíbrios eletrolíticos e ácido base que comumente ocorrem associados a diferentes enfermidades em ruminantes.

Doença	Alteração ácido base	Alterações eletrolíticas
Deslocamento de abomaso a direita e vólvulo abomasal	Alcalose metabólica	Hipocloremia e hipocalemia
Deslocamento de abomaso a esquerda	Alcalose metabólica	Hipocloremia e hipocalemia
Compactação abomasal	Alcalose metabólica	Hipocalemia, hipocloremia
Obstrução intestinal	Alcalose metabólica	Hipocloremia, hiponatremia, hiperglicemia
Dilatação/torção de ceco	Alcalose metabólica	Hipocloremia, hipocalemia
Acidose láctica ruminal	Acidose metabólica, alcalose respiratória compensatória	Hipocalcemia moderada
Indigestão vaginal	Alcalose metabólica	Hipocloremia, hipocalemia
Diarreia neonatal	Acidose metabólica	Hiponatremia, hipercloremia relativa, hipocalemia, e em casos graves hipercalemia
Toxemia da prenhez	Acidose metabólica	Hipoglicemia, hipofosfatemia
Reticulo-peritonite traumática	Alcalose metabólica ou acidose metabólica	-
Mastite por coliformes	Acidose metabólica (caso haja diarreia)	Hipocalcemia
Úlcera abomasal	Acidose metabólica	Hipocalemia

RECONHECENDO A DESIDRATAÇÃO

A perda de líquidos pelas fezes provoca graus variados de desidratação. Durante a evolução e com a continuidade da diarreia, a hipovolemia tende a se acentuar, e pode chegar à situação crítica de choque hipovolêmico. Com a finalidade de tornar a estimativa do grau de desidratação de bezerros menos subjetiva e, portanto, menos sujeita a erro, o clínico pode utilizar os quatro critérios apresentados no Quadro 2, interpretando o conjunto dos resultados¹⁵. É importante estimar o grau de desidratação corretamente para poder calcular o volume necessário a ser administrado para corrigir o déficit de fluidos presente (volume de reposição).



Em estudo com 108 caprinos com urolitíase, 44,8% apresentaram alcalose metabólica leve a moderada, enquanto 10% apresentaram acidose metabólica leve³⁰. Algumas doenças geralmente associadas à alcalose metabólica podem ser acompanhadas por acidose metabólica nos estágios mais avançados da doença; estas incluem vôlvulo abomasal, intussuscepção e torção da raiz mesentérica^{29,31}. Ruminantes adultos endotóxicos geralmente apresentam alcalose metabólica hipoclorêmica hipocalêmica²⁸.



Quadro 2. Critérios utilizados para estimar o grau de desidratação em bezerros diarreicos.

Grau de desidratação ^a	Comportamento	Postura	Enoftalmia ^b	Turgor da pele ^c
< 5%	Alerta	Posição quadrupedal	Ausente	< 1 segundo
5 - 7% Desidratação discreta	Apático	Posição quadrupedal	2 - 4 mm	1 - 2 segundos
8 - 10% Desidratação moderado	Deprimido	Decúbito esternal	4 - 6 mm	2 - 5 segundos
11 - 12% Desidratação intensa	Comatoso	Decúbito lateral	6 - 8 mm	5 - 10 segundos
> 12% Choque hipovolêmico	Comatoso	Decúbito lateral	8 - 12 mm	> 10 segundos

Adaptado de Smith¹⁵; ^a expresso como percentual do peso corporal; ^b medida da distância entre o globo ocular e a pálpebra inferior próximo ao canto medial do olho; ^c beliscar a pele na região escapular.

Quadro 3. Critérios utilizados para estimar o grau de desidratação em ruminantes adultos.

Grau de desidratação	Proteína total (g dL ⁻¹)	Umidade das mucosas	Enoftalmia	Turgor da pele
5 - 7% Desidratação discreta	7,5 a 8,5	Pouco pegajosas	2 - 4 mm	2 a 4 segundos
8 - 10% Desidratação moderado	8,6 a 9,5	Pegajosas a secas	5 - 6 mm	5 a 6 segundos
11 - 12% Desidratação intensa	>9,5	Secas	7 - 8 mm	7 a 8 segundos

Aferição da proteína total (g/dL⁻¹); observação da umidade na mucosa gengival; grau de enoftalmia (distância entre o globo ocular e a pálpebra inferior próximo ao canto medial do olho); beliscar a pele na região escapular.

VOLUME A SER ADMINISTRADO

Não existem estudos quantitativos sobre a relação entre os sinais clínicos e o grau de desidratação em ruminantes adultos. Na ausência de dados que sugiram o contrário, os valores para estimar a desidratação em bezerros usando o turgor cutâneo parece ser um guia razoável para bovinos adultos²⁰.

Independente da via a ser utilizada, as fórmulas para o cálculo do volume a ser infundido no paciente são as mesmas. O período de hidratação do paciente é composto por duas ou três fases. A terceira fase, denominada de perdas continuadas, poderá ou não ser incluída no cálculo (Quadro 4). Para que isso ocorra, se faz necessário que o paciente apresente perdas contínuas durante a hidratação, como ocorre na diarreia.



Quadro 4. Fases do processo de hidratação de ruminantes com respectivas informações quanto ao tempo e volume de administração.

Fase	Volume e tempo de administração
1. Fase de Reposição	O volume necessário será baseado no peso corporal do paciente multiplicado pelo seu grau de desidratação (peso corporal x grau de desidratação). Esse volume deverá ser administrado nas primeiras 4 a 6 horas de hidratação.
2. Fase de Manutenção	As necessidades de soluções nesta fase são responsáveis por repor as perdas fisiológicas de água atribuíveis à micção, defecação, respiração, suor e outras, diferindo com base no estado fisiológico (lactação, gestação) e idade ³² . O cálculo é baseado na quantidade de água ingerida pelo animal em 24h. Em bovinos e caprinos adultos se utiliza a quantidade de 50 a 60 mL kg ⁻¹ dia ⁻¹ , enquanto nos bezerros deve-se usar o volume de 80 a 120 mL kg ⁻¹ dia ⁻¹ .
3. Perdas continuadas	Leva em conta o volume que continua a ser perdido pelo paciente ao longo do dia de tratamento (p. ex., diarreia). Quantificar as perdas continuadas pode ser uma tarefa árdua. Se possível, deve-se recolher e aferir o volume do líquido que está sendo perdido pelo paciente, para orientar no cálculo do volume a ser infundido no paciente. Se não for possível aferi-lo com segurança, nas doenças em que a perda é visível, como na diarreia e poliúria, torna-se um valor estimado e, portanto, pode existir uma margem de erro ^{33,34} . Nos casos em que não seja possível mensurá-lo, recomenda-se usar o grau de desidratação que o paciente esteja apresentando no momento da infusão da solução eletrolítica. Usa-se 50 mL kg ⁻¹ nas desidratações leves ou discretas (5-7%), 100 mL kg ⁻¹ nas moderadas (8-10%) e 150 mL kg ⁻¹ nas intensas (11-12%).

VELOCIDADE DE INFUSÃO

Como regra geral, a velocidade será determinada pelo grau de desidratação apresentado pelo paciente. O volume de reposição pode ser infundido com maior velocidade que os demais volumes. Uma infusão rápida, 15 a 20 mL kg⁻¹ h⁻¹, é especialmente importante nos casos de desidratação intensa (>12%). No choque hipovolêmico infusões forçadas de até 40 mL kg⁻¹ h⁻¹ podem ser necessárias na fase de reposição. Usualmente até o final da fase de reposição ocorrerá a primeira micção, o que sempre é considerado um bom sinal.

Os volumes de manutenção e de perdas continuadas somados podem ser infundidos na velocidade de 2 a 5

mL kg⁻¹ h⁻¹³³. Porém, dependendo da intensidade das perdas que estejam ocorrendo durante a hidratação, a taxa de infusão aumenta, podendo alcançar até 8 mL kg⁻¹ h⁻¹. Aumento ou diminuição da taxa de infusão da solução eletrolítica, perda do acesso venoso, aferição da frequência cardíaca quando a solução eletrolítica de uso IV está sendo suplementada com cálcio e potássio, são alguns dos eventos que demonstram a necessidade de monitoramento do paciente durante a hidratação.

QUAL SOLUÇÃO ELETROLÍTICA ESCOLHER?

SOLUÇÕES ELETROLÍTICAS ORAIS E ENTERAIS

■ Bezerros

A SE, para administração oral e enteral, apropriada para o tratamento de bezerros diarreicos deve conter, em sua composição, Na^+ (90 a 130 mEq L^{-1}), K^+ (10 a 20 mEq L^{-1}), Cl^- (40 a 80 mEq L^{-1}), bicarbonato ou acetato como agente alcalinizante (40 a 80 mEq L^{-1}) e quantidade variável de glicose (relação Na^+ :glicose 1 a 3), com $\text{SID}_{\text{efetiva}}$ ($\text{SID} = \text{strong ion difference}$) de 60 a 80 mEq L^{-1} e osmolaridade de 300 a 600 mOsm L^{-1} ^{15,22}. A absorção de Na^+ pelo enterócito, e por consequência a absorção de água, é otimizada pela presença de glicose; e o acetato também pode contribuir com isso.

No momento, existem quatro SE disponíveis no comércio farmacêutico veterinário brasileiro e todas são indicadas primariamente para a hidratação de bezerros: Glutellac[®] (Bayer Saúde Animal), Hidralac[®] (J.A Saúde Animal), Hydrafeed[®] (Kersia-Hypred) e Nuturelyt[®] (Nutron Alimentos Ltda.). Outras duas opções, Enerlyte[®] Plus (Virbac do Brasil), e Rehydion[®] Gel (Ceva Saúde Animal), estavam disponíveis até pouco tempo atrás, mas não são mais comercializadas. As características e as composições destes produtos foram apresentadas previamente-

te¹¹ e podem ser apreciadas no Quadro 5, incluindo o produto lançado mais recentemente (Hidralac[®]). O preço por litro da SE preparada varia entre R\$ 1,20 (Nuturelyt[®]) e R\$ 8,40 (Hydrafeed[®]), conforme levantamento de preços realizado em outubro de 2020 no estado do Paraná. Exceto pelo Nuturelyt[®], anteriormente denominado Nutronlyt[®], que está disponível desde 2005, a introdução destes produtos no comércio brasileiro é relativamente recente, tendo ocorrido a partir de 2012. A ausência de opções comerciais estimulou, ao longo dos anos, clínicos brasileiros a desenvolverem formulações de SE não comerciais para aplicação em sua rotina terapêutica, com resultados satisfatórios. Com algumas variações, estas fórmulas sempre contêm os ingredientes tradicionais: cloreto de sódio (NaCl), cloreto de potássio (KCl), bicarbonato de sódio (NaHCO_3) ou acetato de sódio, e glicose ou dextrose¹¹. São mais baratas do que as SE comerciais, mas o seu preparo requer a aquisição e a pesagem prévia dos ingredientes.

Os efeitos das SE comerciais Enerlyte[®] Plus, Glutellac[®], Nuturelyt[®] e Rehydion[®] Gel foram comparados quando administradas (4 L divididos em duas administrações) em bezerros saudáveis e, de forma geral, poucas diferenças foram observadas entre elas. Enerlyte[®] Plus e Glutellac[®] produziram alcalinização maior, Rehydion[®] Gel não expandiu o volume plasmático e Nuturelyt[®] provocou hiperglicemia⁹. As eficácias terapêuticas das SE Glutellac[®], Hydrafeed[®], Nuturelyt[®] e Rehydion[®] Gel, foram, ultimamente, comparadas (6 L divididos em duas administrações) em bezerros desidratados e acidóticos devido a diarreia osmótica e diurese induzidas experimentalmente. As SE testadas foram eficazes para reverter a desidratação de intensidade leve a moderada, a hiponatremia, a hipercloremia relativa e a acidose metabólica de intensidade moderada a acentuada³⁵. Como efeitos distintos, Nuturelyt[®] provocou hiperglicemia transitória e Hydrafeed[®] não corrigiu completamente a hiponatremia até 72 após o tratamento. Os resultados dos dois estudos comprovam que as SE comerciais disponíveis no Brasil provocam efeitos equivalentes sobre os equilíbrios hídrico, eletrolítico e ácido base de bezerros, e isto se deve ao fato de possuírem composições eletrolíticas adequadas e relativamente parecidas. Dentre as opções comerciais disponíveis atualmente (Quadro 5), Hidralac[®] é a única ainda não testada em estudos controlados.



Quadro 5. Composição das soluções eletrolíticas comerciais disponíveis atualmente no mercado brasileiro, recomendadas para a hidratação de bezerros.

Composição	Soluções comerciais no mercado brasileiro				
	Glutellac	Hidralac	Hydrafeed	Nurturelt	Recomendadoc
Na ⁺ (mEq L ⁻¹)	100,1	73	95	124,6	90 a 130
K ⁺ (mEq L ⁻¹)	18,5	14	8	27,7	10 a 20
Cl ⁻ (mEq L ⁻¹)	60,7	41	65	96,8	40 a 80
HCO ₃ ⁻ (mEq/L)	-	-	38	55,5	40 a 80
Acetato ⁻ (mEq L ⁻¹)	58a	46a	-	-	40 a 80
Glicose (mmol L ⁻¹)	46	30	0b	109	-
SIDefetiva (mEq L ⁻¹)	58	46	38	55,5	60 a 80
osmolaridade (mOsm L ⁻¹)	283	200a	335	402,7	300 a 600
Na ⁺ :glicose	2,1:1	2,4:1	-	1,1:1	1:1 a 3:1
Na ⁺ :Cl ⁻	1,6:1	1,8:1	1,4:1	1,3:1	-
pH	6,232	6,565	6,415	7,952	-

Adaptado de Bregadioli et al.¹¹; SID_{efetiva}: diferença de ions fortes (*strong ion difference*) calculada por $([Na^+] + [K^+]) - [Cl^-]$; ^avalor calculado; ^bcontém lactose; ^cConstable¹⁵ e Smith²².

Portanto, ao contrário do que acontecia no passado, o clínico buiatra brasileiro pode contar com alternativas comprovadamente eficientes para a prática da hidratação oral e enteral de bezerros (Figuras 7 e 8), em conformidade com os melhores critérios técnicos. O volume de SE a ser administrado por dia dependerá do grau de desidratação presente e da intensidade da perda diária de água com as fezes. Entre 2 L (casos mais leves) e 5 L (casos acen-

tuados com número elevado de evacuações e fezes liquefeitas) podem ser administrados ativamente e parceladamente (parcelas de até 2 L) por dia. Além disso, a SE pode ser ingerida voluntariamente pelos bezerros ao longo do dia quando ofertada no balde em substituição à água. As administrações de SE devem ser programadas para evitar proximidade com as mamadas de leite ou de sucedâneo, e intervalos de no mínimo 2 horas devem ser obedecidos

Quadro 6. Composição de soluções eletrolíticas orais para bezerros desenvolvidas pelas Universidade Estadual de Londrina (UEL) e Universidade Federal de Viçosa (UFV).

Componentes	SEO UEL	SEO UFV
NaCl	3,5 g	4 g
KCl	1,5 g	1 g
Acetato de sódio	5 g	4 g
Dextrose	20 g	10 g
Q.S.P. Água potável	1.000 mL	1.000 mL
Osmolaridade	326 mOsm L ⁻¹	248 mOsm L ⁻¹



entre elas.

Nos casos mais prolongados de diarreia o custo do tratamento poderá ser elevado. O uso de formulações não comerciais será incontestavelmente mais vantajoso. O sucesso dependerá da composição eletrolítica adequada da SEO, sendo necessário o uso dos ingredientes corretos em quantidades corretas. Algumas opções estão apresentadas¹¹. Deve-se ressaltar que o sal de cozinha pode ser empregado como NaCl na fórmula. Entretanto, a glicose, ou dextrose, não pode ser substituída pelo açúcar (sacarose). Os bezerros possuem atividade de sacarase reduzida no intestino e são incapazes de digerir a sacarose, o que poderá agravar a diarreia³⁶.



Fig.7



Fig.8

Figuras 7 e 8. Bezerros bubalinos recebendo soluções eletrolíticas por via nasorruminal em fluxo contínuo (Figura 7) e por via oral (mameira) (Figura 8). Fotos: RB Viana e JD Ribeiro Filho.



■ Ruminantes adultos

A SE ideal para HET é formulada para repor água e eletrólitos, preferencialmente de acordo com a necessidade individual do paciente. Muitas vezes, é desejável modificar a composição das soluções baseando-se nos valores de exames laboratoriais e nos sinais clínicos do paciente, para aumentar o valor terapêutico das mesmas¹. Contudo, esse evento nem sempre é possível quando se utiliza a via IV, pois as poucas soluções comerciais de uso IV existentes às vezes não são adequadas para bovinos adultos que necessitam desse recurso terapêutico³⁷.

Até pouco tempo, estudos experimentais para o desenvolvimento de SE enterais em bovinos adultos eram inexistentes. Assim sendo, as raras fórmulas existentes na literatura para hidratar ruminantes adultos eram baseadas na experiência clínica dos autores e no empirismo. Entretanto, na atualidade já existem alguns estudos experimentais sobre o assunto^{1,2,4,5,12,38}, os quais trouxeram importantes informações a respeito da composição e osmolaridade das SE. Baseado nesses ensaios, está estabelecido que as SE para uso enteral em ruminantes adultos devem conter Na^+ , Cl^- , K^+ , cálcio (Ca), magnésio (Mg) e, quando necessário, uma fonte de precursora de energia, pois, algumas vezes, as enfermidades determinam o aparecimento de inapetência ou anorexia, o que pode predispor ao aparecimento de hipoglicemia. Nesses casos, torna-se necessário acrescentar substâncias precursoras de energia às SE enterais.

Dentre os aditivos gliconeogênicos mais utilizados, destaca-se o propilenoglicol, uma vez que essa substância, quando administrada por via oro ou nasorruminal, não sofre ação da microbiota ruminal, sendo absorvida no intestino e transformada em glicose no fígado³⁹. Contrariamente, glicose e dextrose quando administradas por essas vias, são rapidamente metabolizadas pela microbiota ruminal, ocasionando o aparecimento de acidose láctica ruminal e, algumas vezes, acidose láctica sistêmica³⁷.

O propionato de cálcio (10 g L^{-1}), propilenoglicol (15 mL L^{-1}) e glicerol (10 mL L^{-1}) foram avaliados experimentalmente como componentes de SE enterais em bovinos adultos. As SE enterais com propionato de cálcio e propilenoglicol apresentaram maior potencial glicemiantes, sendo, portanto, os precursores mais indicados nos casos de hipoglicemia, confirmando o relato de Ribeiro Filho et al. (2011), os quais encontraram efeito significati-

vo do propilenoglicol sobre a taxa glicêmica em bovinos adultos¹. Por sua vez, o glicerol não apresentou efeito sobre a glicemia dos animais. Além do efeito positivo sobre a glicemia, a SE enteral com propionato de cálcio ocasionou o aparecimento de alcalose metabólica discreta nos animais⁴⁰. Em ruminantes adultos esse tema carece de mais estudos, e, na opinião dos autores, ainda é uma grande lacuna a ser superada.

- SE enteral com fonte precursora de energia para bovino adulto tem a seguinte composição: NaCl 4g, KCl 0,5g, acetato de Ca 1g, cloreto de Mg 0,3g e propilenoglicol 15 mL diluídos em 1.000 mL de água - osmolaridade mensurada 378 mOsm L^{-1} .

Do ponto de vista ácido base, as SE enterais mais utilizadas em bovinos adultos são as neutras e as soluções com potencial acidificante, visto que essa classe de animais apresenta alcalose metabólica mais frequentemente do que acidose²⁰. Usualmente a alcalose metabólica apresentada por esses pacientes é ocasionada por alterações no esvaziamento abomasal, predispondo ao aparecimento de hipocloremia. Soluções ricas em Cl^- são indicadas para a correção deste tipo de desequilíbrio^{5,20,22}. Na rotina clínica dos autores, esse tipo de solução vem sendo utilizadas há alguns anos com resultados satisfatórios.

- SE enteral com potencial acidificante tem a seguinte composição: NaCl 4g, KCl 1g, cloreto de Ca 2g e cloreto de Mg 0,5g diluídos em 1.000 mL de água - osmolaridade mensurada 194 mOsm L^{-1} . Ela é indicada para bovinos adultos com alcalose metabólica hipoclorêmica⁵. Ressalta-se que o cloreto de Ca não deve exceder 2 g L^{-1} de solução.
- SE enteral neutra é constituída por: NaCl 4g, KCl 1g, acetato de Ca 2g e cloreto de Mg 0,5g diluídos em 1.000 mL de água - osmolaridade mensurada 190 mOsm L^{-1} . Esse tipo de solução é indicado para bovinos adultos sem alterações ou com alterações discretas no equilíbrio ácido base⁵. A hidratação de pacientes com acidose ou alcalose metabólicas leves ou discretas com SE enteral neutra é suficiente para corrigi-las.

Para caprinos adultos foram também desenvolvidas SE enterais neutras e com potencial acidificante:



- SE enteral com potencial acidificante tem a seguinte composição: NaCl 4,5g, KCl 1g, cloreto de Mg 0,5g e cloreto de Ca 1g diluídos em 1.000 mL de água - osmolaridade mensurada 202 mOsm L⁻¹⁴⁰. Ela é indicada para caprinos adultos com alcalose metabólica hipoclorêmica. Ressalta-se que o cloreto de Ca não deve exceder 1,0 g L⁻¹ de solução.
- SE enteral neutra é constituída por: NaCl 4,5g, KCl 1g, cloreto de Mg 0,5g e acetato de Ca 2g diluídos em 1.000 mL de água - osmolaridade mensurada 212 mOsm/L⁻¹⁴⁰. Esse tipo de solução é indicado para caprinos adultos sem alterações ou com alterações discretas no equilíbrio ácido base.

Como descrito anteriormente, bovinos adultos podem apresentar doenças ou síndromes que ocasionam o aparecimento de acidose metabólica. Nesses casos, a administração de SE enterais alcalinizantes é recomendável. Até recentemente o bicarbonato de sódio era considerado o alcalinizante padrão nas SE enterais. Entretanto, na atualidade o seu uso tem sido evitado como componente de SE em ruminantes adultos e bezerras. Isso se deve a um importante efeito adverso observado que é a alcalinização do trato gastrointestinal. Uma vez instalada, ocasionará mudança na microbiota intestinal, podendo predispor ao aparecimento de infecções gastrointestinais.

Nesse caso, fazendo-se necessário a infusão de SE enterais alcalinizantes, deve-se utilizar o acetato de sódio. Tampões metabolizáveis como o acetato apresentam potencial alcalinizante após a metabolização em órgãos específicos. Essa característica faz com que esse composto exerça o tamponamento sistêmico sem ocasionar alcalinização do trato gastrointestinal. Amorim⁴¹ administrou acetato de sódio em bovinos adultos por via ororruminal, e os animais apresentaram alcalose metabólica sem demonstrar alteração no pH do líquido ruminal. Deve-se ressaltar que as SE enterais com potencial alcalinizante devem ser utilizadas quando a acidose metabólica é confirmada por exames laboratoriais.

- SE enteral com potencial alcalinizante é constituída por: NaCl 4g, KCl 1g, acetato de Ca 2g, clore-

to de Mg 0,5g e acetato de Na 5g diluídos em 1.000 mL de água - osmolaridade mensurada 210 mOsm L⁻¹. É indicada para tratar a acidose metabólica hiperclorêmica em bovinos adultos.

■ Osmolaridade das soluções eletrolíticas orais ou enterais

A principal força que controla o movimento da água através da parede ruminal é o grau de variação da osmolaridade entre o líquido ruminal, que normalmente é iso-osmótica ou isotônica, e o sangue que permeia o epitélio ruminal⁴². Estudos experimentais em bovinos adultos indicam que o fluxo de água do rúmen para o plasma ocorre sempre que a osmolaridade do plasma excede a osmolaridade do rúmen em valores iguais ou superiores a 20 mOsm kg⁻¹. Ou seja, à medida em que a osmolaridade ruminal decresce, a taxa de movimento da água do rúmen para o plasma aumenta⁴³. Assim sendo, para otimizar a absorção de água, a osmolaridade ruminal deve ser hipo-osmótica ou hipotônica. Em contrapartida, a osmolaridade ruminal não deve ser hiperosmótica, pois fará com que a água livre se mova do espaço extracelular para o rúmen, podendo agravar a desidratação²².

Pelo exposto acima, uma condição importante a considerar é a osmolaridade da SE enteral a ser empregada durante a hidratação do paciente. Historicamente, presumia-se que SE enterais com osmolaridade semelhante à do plasma melhorariam a absorção intestinal. No entanto, além dos ensaios com ruminantes^{42,43}, estudos em outras espécies animais têm demonstrado e confirmado que a tonicidade da SE de reidratação enteral afeta o nível de absorção de água e eletrólitos, com soluções hipotônicas resultando em melhor absorção de água do que as isotônicas^{44,45,46,47}. Ademais, as SE enterais com baixa osmolaridade têm a vantagem de reduzir o risco de hipernatremia além de diminuir a produção fecal nos animais com diarreia. Define-se solução hipotônica a que apresenta osmolaridade inferior a 280 mOsm L⁻¹. As isotônicas apresentam osmolaridade entre 280 e 310 mOsm L⁻¹, enquanto as hipertônicas têm osmolaridade superior a 310 mOsm L⁻¹.

Pelo exposto, pode-se tirar proveito da grande capacidade ruminal de absorção de sódio e água administrando-se SE enterais hipotônicas ou hipo-osmóticas a ruminantes adultos desidratados²². Desde que a osmolaridade do conteúdo ruminal permaneça hipo-osmótica em



relação ao plasma, haverá absorção lenta, mas continua, de eletrólitos e água.

Desde o início dos anos 2000, SE orais ou enterais hipotônicas vêm sendo utilizadas em humanos. Em Medicina Veterinária esse tipo de solução foi testado e usado inicialmente em equinos⁴⁸ e posteriormente em bezerros³, bovinos adultos^{4,5} e caprinos adultos³⁸. As SE enterais hipotônicas são eficazes e seguras, o seu uso expande a volemia e reidrata sem ocasionar o aparecimento de efeitos adversos. Entretanto, recomenda-se cautela e monitoramento em pacientes com enterites e colites, pois eles podem apresentar hiponatremia intensa, e, nesses casos, é recomendado iniciar a hidratação com soluções isotônicas na fase de reposição e, posteriormente, utilizar as hipotônicas. O uso de soluções hipotônicas ampliou as possibilidades de reidratação nos animais domésticos.

SOLUÇÕES ELETROLÍTICAS DE USO INTRAVENOSO (SOLUÇÕES CRISTALOIDES)

■ Ruminantes adultos

Os cristaloides são soluções que contêm solutos eletrolíticos e não eletrolíticos capazes de penetrar em todos os compartimentos corporais (p.ex. Ringer com lactato de sódio, Ringer simples e Solução salina 0,9%). São os mais comumente utilizados e são classificados em soluções de reposição e de manutenção. As de reposição podem apresentar composição de eletrólitos similar à do plasma, tendo características semelhantes às do fluido extracelular. Já as de manutenção são compostas por menos sódio e mais potássio do que as de reposição^{22,49}. Os fluidos de reposição usualmente são isotônicos, tendo como base o Na^+ e o Cl^- na sua composição. A Solução salina 0,9% (NaCl 0,9%), Ringer simples (RS) e Ringer com lactato de sódio (RLS) são as soluções eletrolíticas de reposição disponíveis comercialmente no Brasil para uso por via IV comumente utilizadas em bovinos.

A solução salina 0,9% (NaCl 0,9%) e o Ringer simples (RS), por possuírem maior teor de Cl^- do que o plasma, podem ocasionar o aparecimento de acidose metabólica hiperclorêmica, dependendo do volume administrado e da velocidade de infusão. Em decorrência dessa

característica, essas duas soluções são indicadas para pacientes que apresentam alcalose metabólica hipoclorêmica. O uso delas em ruminantes adultos é importante, pois esses animais, quando enfermos, apresentam mais frequentemente alcalose metabólica do que acidose metabólica, o que as torna soluções de eleição para esse tipo de paciente²⁰. Por não conter K^+ na sua composição, a solução de NaCl 0,9% pode originar ou acentuar a hipopotassemia pré-existente. Enquanto a solução RS, mesmo apresentando K^+ na sua composição (4 mmol/L^{-1}) pode também causar hipopotassemia, esse evento irá depender da sua velocidade de infusão e do valor do K^+ sérico ou plasmático do paciente.

A solução RLS, por dispor de Cl^- em quantidade similar à do plasma e pequena quantidade de lactato de Na^+ ($3,1 \text{ g L}^{-1}$), é considerada neutra, pois o seu efeito sobre o equilíbrio ácido base é mínimo^{7,50}. Baseado nessas características, e por não existir comercialmente solução de manutenção no Brasil, a solução RLS também é utilizada como solução eletrolítica de manutenção em ruminantes adultos, podendo ser administrada no paciente por longos períodos. Assim sendo, uma solução poliônica balanceada, como o RLS, quase sempre será uma boa escolha quando informações laboratoriais não estão disponíveis imediatamente, como ocorre na maioria dos atendimentos realizados em propriedades rurais, e as vezes em Hospitais Veterinários. Porém, deve-se ressaltar, que em várias situações o uso do RLS pode não ser suficiente para corrigir os desequilíbrios eletrolíticos e ácido base apresentados pelo paciente, principalmente quando ele apresenta hipopotassemia, hipocalcemia e hipomagnesemia acentuadas. Nesses casos, é imperativo acrescentar K^+ , Ca^{++} e Mg^{++} ao RLS⁵¹.

■ Suplementação de Ca^{++} , Mg^{++} e K^+ em ruminantes adultos

A suplementação da solução eletrolítica de uso IV em ruminantes adultos, algumas vezes, se faz necessária. A hipocalcemia pode ser tratada com soluções comerciais contendo cálcio, usualmente os produtos comerciais contêm gluconato ou borogluconato de Ca a 20 ou 23%. Devem-se acrescentar 5 mL (esse volume contém aproximadamente 100 mg de Ca) de uma solução comercial contendo Ca em cada litro de solução a ser infundido,



Quadro 7. Volumes de cloreto de potássio (KCl) 10% a serem adicionados a 1 litro de solução salina 0,9% (NaCl 0,9%) ou de Ringer com lactato de sódio (RLS) de acordo com a concentração total de potássio $[K^+]$ desejada.

$[K^+]$ desejada	Solução de KCl a 10% (Ampolas com 10 mL)	
	Solução salina 0,9%	Ringer com lactato
10 mmol L ⁻¹	7,5 mL	4,5 mL
5 mmol L ⁻¹	3,8 mL	0,75 mL

preferencialmente RLS ou NaCl 0,9%. Quando se administra Ca, principalmente por via IV, a monitoração do paciente é obrigatória, auscultação cardíaca e aferição no soro ou plasma que deve ser realizada de forma seriada, duas a três vezes ao dia. Como as alterações de Ca e Mg ocorrem naturalmente de forma associada, são comuns os produtos comerciais que associam o gluconato ou boro-gluconato de Ca com cloreto ou hipofosfito de Mg. O volume para tratar a hipocalcemia é suficiente para tratar a hipomagnesemia.

Hipopotassemia é comumente detectada em ruminantes adultos com inapetência e anorexia ou com distúrbios no aparelho digestório. O tratamento IV consiste na adição de 5 a 10 mmol de KCl por litro no RLS ou na solução salina 0,9%. O tratamento deve ocorrer quando os valores séricos ou plasmáticos de K^+ são $\leq 2,2$ mmol L⁻¹, principalmente se ele estiver recebendo solução de NaCl 0,9%, pois essa é desprovida de K^+ na sua composição, consequentemente apresenta maior potencial em gerar ou potencializar hipopotassemia quando administrada por períodos mais prolongados. De forma similar ao Ca, quando se administra K^+ , principalmente por via IV, a monitoração do paciente é obrigatória, auscultação cardíaca e aferição no soro ou plasma que deve ser realizada de forma seriada, 2 a 3 vezes ao dia⁵¹. No quadro 7 estão expressos os valores do K^+ em mmol e seu correspondente em mL a ser acrescentado à solução eletrolítica para administração no paciente com hipopotassemia. A velocidade de infusão deve ser de 0,1 a 0,2 mmol kg⁻¹ h⁻¹, enquanto a velocidade máxima de infusão deve ser de 0,5 mmol kg⁻¹ h⁻¹²⁰.

■ Bezerros

Dentre as soluções eletrolíticas para uso IV dispo-

níveis no Brasil, a solução de RLS é a mais adequada para o tratamento de bezerros diarreicos. Veicula Na^+ , K^+ e possui concentração de Cl^- menor do que a de Na^+ . Promove, portanto, a expansão do volume plasmático e a correção dos desequilíbrios eletrolíticos presentes nos quadros diarreicos. Não é capaz, contudo, de corrigir a acidose metabólica e isso se deve à concentração reduzida de lactato⁻ (28 mEq L⁻¹) presente na solução^{7,50}. Quando se duplica (56 mEq L⁻¹) ou triplica (84 mEq L⁻¹) a concentração de lactato⁻, reduzindo-se proporcionalmente a concentração de Cl^- , o efeito alcalinizante é alcançado, e isso se deve ao aumento da $SID_{efetiva}$ da solução⁸. A solução contendo 84 mEq L⁻¹ de lactato⁻ foi eficaz para corrigir a desidratação e a acidose metabólica de grau moderado quando administrada em bezerros diarreicos em volume equivalente a 10% do peso corporal⁵².

Diferente do RLS, as soluções de NaCl 0,9%, de RS e a glicofisiológica contêm concentrações elevadas de Cl^- e não são adequadas para o tratamento dos bezerros diarreicos porque são acidificantes e acentuam a acidose metabólica, uma vez que possuem $SID_{efetiva}$ igual a 0 mmol L⁻¹⁵³. Além disso, a solução de NaCl 0,9%, também conhecida como solução fisiológica ou salina isotônica, e a solução glicofisiológica não corrigem a depleção de K^+ . A solução de RLS é, portanto, a opção de escolha para a expansão do volume plasmático e deve ser administrada em quantidade correspondente a todo o volume de reposição, calculado com base no grau de desidratação. Somente se a solução de RLS estiver indisponível, a solução de NaCl 0,9% pode ser utilizada alternativamente, com o inconveniente causar acidificação e acentuar a hiperclorêmia relativa⁵⁴. A correção destes desequilíbrios ficará integralmente dependente dos rins exercerem a excreção seletiva de íons hidrogênio (H^+), representando os ácidos, e Cl^- ⁵⁵, o que ocorrerá lenta e gradativamente.



SOLUÇÃO DE BICARBONATO DE SÓDIO

A correção da acidose metabólica deve ser realizada administrando-se solução de bicarbonato de sódio (NaHCO_3) por via IV. A solução isotônica de NaHCO_3 possui concentração de 1,3%, mas não está disponível comercialmente. Há duas opções comerciais e ambas são hipertônicas: 8,4% para uso humano, envasada em ampolas de 10 mL (Samtec Biotecnologia) ou em frascos de 250 mL (Hypofarma), e 6% para uso veterinário, envasada em frascos de 500 mL (Solução de Bicarbonato de Sódio 6%; Prado Saúde Animal). Até poucos anos atrás, a solução recomendada era a isotônica, para evitar-se o tampamento rápido e a geração excessiva de dióxido de carbono (CO_2), que poderia se difundir e concentrar no encéfalo provocando acidose paradoxal do sistema nervoso central e disfunção neurológica⁵⁶. Os resultados de três estudos publicados na sequência contrariaram este conceito ao comprovarem que a administração intravenosa relativamente rápida de NaHCO_3 8,4% era segura em bezerros^{57,58,59}. Devido à praticidade, as soluções de NaHCO_3 6% e 8,4% podem ser empregadas para a correção da acidose metabólica em bezerros diarreicos, tratando-se de opções seguras e eficazes. É necessário alertar que esta solução não deve ser misturada à solução de RLS durante a infusão intravenosa. Há cálcio na composição do RLS e a mistura provoca a formação de carbonato de cálcio, complexo insolúvel que se precipita e não deve ser introduzido no sistema circulatório.

O volume de solução de NaHCO_3 a ser administrado pode ser precisamente calculado quando se conhece o resultado do exame hemogasométrico. O valor da concentração de base (cBase) ou excesso de base (BE) em bovinos hígidos varia de 0 a 5 mmol/L. Valores negativos de cBase (ou BE) nos animais expressam acidose metabólica, enquanto valores acima de 5 mmol L⁻¹ indicam alcalose metabólica. Desconsiderando-se o sinal negativo, o valor da cBase (ou BE), é utilizado na fórmula clássica: HCO_3^- (mmol) = peso corporal × cBase (ou BE) × 0,3. A constante 0,3 corresponde ao espaço fluido extracelular estimado em 30% do peso corporal. O valor 0,3 é comumente utilizado em animais adultos, entretanto, em bezerros neonatos, este percentual é maior e, por isso, há indicações para que se usem as constantes 0,5 ou 0,6¹⁶. O cálculo determina a quantidade necessária de íons bicarbonato (HCO_3^-) em mmol e a conversão para volume a ser

infundido é possível conhecendo-se a quantidade de HCO_3^- diluída na solução: 156 mmol L⁻¹ na solução de NaHCO_3 1,3%; 720 mmol L⁻¹ na solução de NaHCO_3 6%; e 1000 mmol L⁻¹ na solução de NaHCO_3 8,4%.

Para o uso seguro de substâncias alcalinizantes por via IV faz-se necessário o exame hemogasométrico do paciente. Quando se dispõe desse exame, a administração de NaHCO_3 sempre será mais segura. Considerando-se um paciente com 50 kg apresentando cBase (ou BE) de -20 mmol/L, o cálculo da quantidade de bicarbonato a ser infundida deve ser:

$$\text{HCO}_3^- \text{ (mmol L}^{-1}\text{)} = 0,3 \times \text{Peso Corporal (kg)} \times \text{cBase (ou BE)}$$

$$\text{HCO}_3^- \text{ (mmol L}^{-1}\text{)} = 0,3 \times 50 \times 20$$

$$\text{HCO}_3^- = 300 \text{ mmol (ou 25 g de NaHCO}_3\text{)}$$

Como a apresentação comercial do NaHCO_3 é em gramas, o valor obtido em mmol, através da fórmula, deve ser transformado em gramas. Isto é feito dividindo-se o valor obtido em mmol por 12 ($300 \div 12 = 25$ g). Nesse caso, obtêm-se 25 g de NaHCO_3 . Como o produto disponível comercialmente no Brasil para uso veterinário apresenta concentração de 6% (6 gramas em 100 mL), 25 gramas de NaHCO_3 representam o volume de 416,7 mL a ser infundido por via IV. Deve-se ressaltar que nos bezerros que apresentam pneumonia concomitante à diarreia, a infusão da solução hipertônica de NaHCO_3 deve ser realizada mais lentamente para evitar a ocorrência de hiper-capnia acentuada. Após a infusão de NaHCO_3 , o ideal é fazer novo exame hemogasométrico para conferir o sucesso da correção da acidose metabólica.

Sem o recurso da hemogasometria, pode-se estimar o valor da cBase (ou BE) tomando-se como base o grau de desidratação e a intensidade da depressão (Figura 6). O grau leve de acidose metabólica (-5 mmol L⁻¹) não precisa ser corrigido. A correção do grau moderado (-10 mmol L⁻¹) também não é imprescindível, ainda que resulte em melhora do comportamento e do apetite. A correção da desidratação e a manutenção do volume plasmático produzem melhora na taxa de filtração glomerular e os rins serão capazes de restabelecer o equilíbrio ácido base gradativamente. Contudo, o tempo necessário para a correção é incerto em bezerros. Nestes casos, o potencial alcalinizante das SE orais ou enterais será suficiente para promover o reequilíbrio, quer tenham HCO_3^- quer tenham acetato⁻ em sua composição³³.



Os graus acentuado e muito acentuado de acidose metabólica (-15 mmol L^{-1} e -20 mmol L^{-1}) requerem correção com administração IV. Como recomendação prática, para corrigir graus moderado (cBase ou BE = -10 mmol/L), acentuado (cBase ou BE = -15 mmol/L^{-1}) e muito acentuado (cBase ou BE = -20 mmol/L^{-1}) de acidose metabólica, podem-se infundir os volumes de 4 mL kg^{-1} , 6 mL kg^{-1} e 8 mL kg^{-1} , respectivamente, quando se utiliza a solução de NaHCO_3 6%. Volumes de 3 mL kg^{-1} , $4,5 \text{ mL kg}^{-1}$ e 6 mL kg^{-1} devem ser infundidos, respectivamente, no caso da utilização da solução de NaHCO_3 8,4%.

Para o tratamento de um bezerro diarreico de 50 kg de peso corporal em choque hipovolêmico, comatoso e com acidose metabólica muito acentuada, o clínico necessitará, portanto, de 6 L de RLS (12 frascos de 500 mL) e 400 mL ($50 \text{ kg} \times 8 \text{ mL} = 400 \text{ mL}$) da Solução de Bicarbonato 6% (1 frasco de 500 mL). Se não estiverem disponíveis na caixa de trabalho ou na “farmácia” da propriedade, ele ficará impossibilitado de realizar o procedimento terapêutico rigorosamente correto e necessário. Após a correção destas situações mais críticas de desequilíbrio, todo o restante do tratamento com soluções poderá, muito provavelmente, ser feito por via oral ou enteral, enquanto perdurar a diarreia.

Na ausência do exame hemogasométrico, cálculos aproximados também podem ser aplicados aos ruminantes adultos. Em bovinos adultos existindo a probabilidade de acidose moderada (cBase ou BE de -7 a -14 mmol L^{-1}) ou intensa (cBase ou BE a partir de -15 mmol L^{-1}), o valor de cBase ou BE de -10 mmol L^{-1} pode ser usado sem risco como uma estimativa na fórmula para a terapia inicial²⁰. A utilização desse valor é segura, pois caso o ruminante adulto não esteja apresentando alteração no equilíbrio ácido base, é improvável que a infusão de NaHCO_3 baseado na cBase de -10 mmol L^{-1} cause deterioração significativa no seu estado clínico. Se, em vez disso, o animal estiver apresentando acidose metabólica intensa (cBase ou BE a partir de -15 mmol L^{-1}), utilizar o valor de -10 mmol L^{-1} para cBase poderá melhorar o seu estado clínico significativamente, ainda que a correção seja incompleta. Considerando-se o peso corporal de 500 kg e a cBase (ou BE) de -10 mmol L^{-1} , o volume calculado para as soluções de NaHCO_3 6% e 8,4% serão, respectivamente, 2083 mL e 1488 mL.

Alternativamente ao uso da solução de NaHCO_3 , a correção da acidose metabólica pode ser promovida com

a infusão IV de solução eletrolítica não comercial contendo 84 mEq L^{-1} de lactato⁻. Esta solução contém concentrações de Na^+ , de K^+ e de Ca^{++} idênticas às da solução de RLS, apresentando concentração de Cl^- reduzida e o triplo da concentração de lactato⁻ que determina a $\text{SID}_{\text{efetiva}}$ elevada e potencial alcalinizante⁸. Quando administrada em volume equivalente a 10% do peso corporal esta solução foi eficaz para corrigir a desidratação e a acidose metabólica de grau moderado em bezerros diarreicos⁵² e em ovelhas⁶⁰ e cabras⁶¹ acometidas por acidose láctica ruminal aguda.

SOLUÇÃO SALINA HIPERTÔNICA

O uso de soluções cristaloides hipertônicas IV, principalmente a solução de NaCl 7 a 7,5%, conhecida como solução salina hipertônica (SSH), é também uma excelente opção como terapia inicial em ruminantes adultos e bezerros com hipovolemia intensa e choque hipovolêmico. Além de produzir aumento do volume plasmático por efeito osmótico, a SSH apresenta vários efeitos benéficos relatados em animais com choque, como melhorar a contratilidade cardíaca, reduzir o edema endotelial e a ativação leucocitária, melhorando a circulação microvascular⁶². O seu uso em bezerros é comum. A dose utilizada varia de 4 a 6 mL kg^{-1} de peso corporal por via IV em um período de 4 a 5 min ^{16,22,36}. Ressalta-se, contudo, que tais efeitos são fugazes e que essa terapia deve ser continuada com grandes volumes de cristaloides isotônicos, preferencialmente o RLS⁵¹.

■ Soluções hipertônicas em pequeno volume seguidas de hidratação oral ou enteral

Nos bezerros diarreicos, uma alternativa que pode substituir a hidratação IV nos casos de desidratação acentuada é a administração rápida IV de volume reduzido de soluções hipertônicas contendo sódio, seguida, imediatamente, pela administração oral ou enteral de SE. Este procedimento terapêutico é prático porque, ao contrário da infusão IV convencional, é realizado em tempo curto e com custo reduzido. A eficácia terapêutica dependerá da distribuição rápida e efetiva dos fluidos e dos eletrólitos pelos compartimentos fluidos corporais e, por este motivo,



pode não ser garantida em todos os casos. No choque hipovolêmico, esta alternativa será provavelmente ineficaz.

O princípio se baseia na distribuição de fluidos entre os compartimentos, a favor do gradiente osmótico^{16,22,36}. A SSH 7,2% ou 7,5% é tradicionalmente empregada, sendo administrada em pequeno volume (4 a 5 mL kg⁻¹) de forma rápida (durante 5 minutos) por via IV. Cinco minutos após o término da infusão, 2 a 3 litros de SE são administrados por mamadeira ou, se necessário, por sondagem esofageana. A infusão IV da SSH provoca hipernatremia e hiperclôremia iatrogênicas com aumento súbito da osmolaridade do plasma. A água se distribui imediatamente para o meio intravascular aumentando a volemia e melhorando a condição circulatória. A SE presente no interior do trato digestório é absorvida rapidamente e segue a mesma tendência de fluxo. A hiperosmolaridade plasmática não é duradoura porque os íons Na⁺ e Cl⁻ se difundem para fora dos vasos sanguíneos em direção ao espaço fluido extracelular. A água absorvida acompanha esta nova direção de fluxo que tende ao equilíbrio entre os compartimentos. A hemoconcentração e a hiponatremia são revertidas e os espaços fluidos extra e intracelulares são, finalmente, reabastecidos. A administração de SE logo após a infusão da SSH deve ser feita de forma ativa, evitando-se a ingestão voluntária pelo bezerro, pois esta pode ocorrer de forma parcelada ou mais lenta e comprometer a eficiência da distribuição de água no organismo. Após o procedimento descrito, a continuidade do tratamento é realizada por meio da hidratação oral.

Apesar dos benefícios mencionados, a administração de SSH acentua, transitoriamente, alguns desequilíbrios presentes nos bezerros diarreicos: a hiperclôremia e a acidose metabólica. Este inconveniente pode ser contornado utilizando-se a solução hipertônica de NaHCO₃ em substituição à SSH⁵⁶. Koch e Kaske⁵⁸ comprovaram que a infusão da solução de NaHCO₃ 8,4% (10 mL kg⁻¹ durante 8 minutos) seguida de 3 litros de SE oral cinco minutos após foi eficaz para promover o reequilíbrio hídrico de bezerros diarreicos com a vantagem de corrigir a acidose metabólica. Recomendaram, portanto, que a SSH fosse empregada em bezerros portadores de acidose metabólica de grau moderado e que a solução de NaHCO₃ 8,4% seria preferível nos casos de acidose acentuada e muito acentuada.

A SSH 7,2% ou 7,5% não existe como produto farmacêutico disponível no Brasil. Entretanto, há um pro-

duto para uso veterinário com concentração próxima a estas (Cloreto de Sódio 7%; Prado Saúde Animal) que pode ser utilizado no protocolo. Esta SSH 7%, seguida de água administrada por sondagem esofageana, foi testada para corrigir a desidratação de ovelhas com acidose láctica ruminal aguda induzida e comparada com a solução de NaHCO₃ 6%¹⁰. Ambos os protocolos foram eficazes, sendo que o protocolo com NaHCO₃ teve a vantagem de corrigir a acidose metabólica.

Com base nos resultados dos estudos, o clínico buiatra brasileiro pode optar por duas alternativas se resolver tratar bezerros diarreicos com este tipo de protocolo: a) SSH 7% no volume de 4 a 5 mL kg⁻¹ por via IV durante 5 minutos seguida da administração oral ou enteral de 2 a 3 litros de SE, cinco minutos após; e b) solução de NaHCO₃ 6% no volume de 7 a 8 mL kg⁻¹ (ou solução de NaHCO₃ 8,4% 5 a 6 mL kg⁻¹) por via IV durante 5 minutos, seguida da administração oral ou enteral de 2 a 3 litros de SE, cinco minutos após. Esta última alternativa é preferível nos casos em que a depressão é intensa, o que sugere acidose metabólica acentuada ou muito acentuada.

Este tipo de protocolo com SSH pode ser aplicado com segurança a ruminantes adultos desidratados, endotoxêmicos ou com choque hemorrágico. Administram-se 2 litros a um bovino adulto em 10 minutos. Imediatamente após a infusão IV de SSH, deve ser ofertada água ao paciente. A maioria bebe entre 19 a 38 litros num período de 10 minutos. Bovinos que não bebem em cinco minutos, devem receber 15 a 20 litros de água por sonda ororruminal. Deve-se enfatizar que a SSH nunca deve ser administrada sozinha, sem o fornecimento adicional de água potável para ingestão voluntária ou a administração de água por via ororruminal. O tratamento pode ser repetido uma vez a cada 24 horas, se necessário. Entretanto, antes da administração de tratamentos adicionais com SSH, deve-se obrigatoriamente aferir a concentração sérica de sódio do paciente²². As principais desvantagens da administração de SSH são hipocalemia, hipernatremia e hiperosmolaridade plasmática, particularmente em pacientes com função renal comprometida⁶³.



CONSIDERAÇÕES FINAIS

A hidratação ideal advém da aferição do grau de desidratação com precisão, isto possibilitará a infusão do volume adequado. Destarte, faz-se necessário um criterioso exame físico do paciente desidratado para se estabelecer um grau fidedigno do escore de desidratação. Em seguida, baseado no grau de intensidade da desidratação e, quando possível, no estado ácido base, deve-se proceder a escolha da modalidade, da via e da melhor solução a ser administrada no paciente desidratado. A escolha da solução eletrolítica é o ponto decisivo; escolher qual a mais apropriada é uma decisão importante, e que as vezes não é tarefa fácil.

As soluções eletrolíticas de uso IV não mudam sua composição há décadas; não evoluíram. Acreditamos que a introdução de novas soluções de uso IV seria benéfica. Por sua vez, as de uso oral ou enteral para bezerros estão em constante evolução, e, finalmente, as utilizadas em ruminantes adultos, começaram a ser pesquisadas e desenvolvidas nos últimos anos, embora ainda precisem transpor uma importante barreira, que são os precursores de energia. Acreditamos que o grande avanço e ganho na hidratação foi a introdução na rotina clínica, por pesquisadores brasileiros, das soluções eletrolíticas enterais hipotônicas que aos poucos vêm sendo utilizadas no Brasil e no exterior. Por fim, a hidratação ainda precisa avançar para adentrarmos na denominada “Hidratação de Precisão”, que é a hidratação com o volume, via e solução eletrolítica adequados a cada paciente desidratado em particular.

MATERIAL SUPLEMENTAR



Técnica de hidratação enteral por fluxo contínuo em bovinos adultos.

REFERÊNCIAS

- RIBEIRO FILHO, J.D. et al. 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. Avaliação de solução eletrolítica isotônica administrada por sonda nasogástrica em bovinos hígidos ou desidratados experimentalmente. *Veterinária e Zootecnia*, v.20, n.3, p.482-489, 2013.
- RIBEIRO FILHO, J.D. et al. Enteral electrolyte solutions with different osmolarities administered in a continuous flow in newborn calves. *Ciência Rural*, v.47, n.5, p.300-308, 2017a.
- ERMITA, P.A.N. et al. Enteral fluid therapy administered in continuous flow by naso-ruminal route using three maintenance electrolyte solutions: effects on physiological biomarkers and the hemogram of bovines. *Ciência Rural*, v.48, p.1-7, 2018.
- ALVES, S.R. et al. Two enteral solutions with different chloride concentrations administered by naso-ruminal route for fluid therapy in adult cattle. *Ciência Rural*, v.49, n.8, p.1-1, 2019.
- LIMA, A.P. et al. Maintenance enteral electrolyte solutions for neonatal calves: sodium acetate and osmolarity effects. *Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.72, n.1, p.18-24, 2020.
- COSENZA, M. et al. Efeito da solução de Ringer com lactato sobre os equilíbrios hidroeletrólítico e ácido base de equinos, ovelhas e bezerros sadios. *Ciência Rural*, v.43, n.12, p.2247-2253, 2013.
- JUNQUEIRA, J.R.C. et al. Efeito alcalinizante de soluções eletrolíticas intravenosas com concentrações elevadas de lactato de sódio infundidas em bezerros sadios. *Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.67, n.1, p.15-24, 2015.
- BREGADIOLI, G.C. et al. Impacto de diferentes soluções eletrolíticas orais sobre a glicemia e os equilíbrios hídrico, eletrolítico e ácido-base de bezerros neonatos sadios. *Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.70, n.5, p.1433-1442, 2018.
- SANTOS, M.M. et al. Treatment of acute rumen lactic acidosis with intravenous hypertonic sodium chloride or bicarbonate solutions followed by intraruminal water. *Research in Veterinary Science*, v.128, p.24-34, 2020.
- BREGADIOLI, G.C. et al. Enteral fluid therapy in neonatal calves and features of commercially available electrolyte solutions in Brazil. *Ciência Rural*, v.47, n.7, p.140, 2017.
- RIBEIRO FILHO, J.D. et al. Hidratação enteral em ruminantes e eqüídeos. Eficiência com menor custo. *Revista do Conselho Federal de Medicina Veterinária*, v.15, p.63-67, 2009.
- PESSIN, A.E. et al. Soluções eletrolíticas enterais hipotônicas em equinos: efeitos de fontes de energia sobre determinados indicadores do equilíbrio ácido base. *Ciência Rural*, v.43, n.12, p.2240-2246, 2013.
- BERCHTOLD, J. Treatment of calf diarrhea: intravenous fluid therapy. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, v.25, p.73-99, 2009.



15. SMITH, G.W. Treatment of calf diarrhea: oral fluid therapy. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, v.25, n.1, p.55-72, 2009.
16. SMITH, G.W.; BERCHTOLD, J. Fluid therapy in calves. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, v.30, n.2, p.409-427, 2014.
17. AVANZA, M.F.B. et al. Hidratação enteral em equinos - solução eletrolítica associada ou não à glicose, à maltodextrina e ao sulfato de magnésio: resultados de laboratório. *Ciência Rural*, v.39, n.4, p.1116-1123, 2009.
18. RIBEIRO FILHO, J.D. et al. Hemogasometria em equinos com compactação experimental do cólon maior tratados com sene, fluido-terapia enteral e parenteral. *Ciência Rural*, v.37, n.3, p.755-761, 2007.
19. GOMES, C.L.N. et al. Efeitos do PEG 3350 e de uma solução enteral, associados ou não ao ringer lactato, e do NaCl 0,9% sobre a glicose, o lactato, o cortisol e a insulina de equinos hípidos. *Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.66, n.4, p.1139-1145, 2014.
20. ROUSSEL, A.J. Fluid Therapy in Mature Cattle. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, v.30, n.2, p.429-439, 2014.
21. ROUSSEL, A.J. et al. Catheterization of the auricular vein in cattle in cattle: 68 cases. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, v.208, n.6, p.905-907, 1996.
22. CONSTABLE, P.D. Fluid and electrolyte therapy in ruminants. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, v.19, n.3, p.557-597, 2003.
23. TREFZ, F.M. et al. 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, n.2, p.678-687, 2015.
24. 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, p.e0182938, 2017.
25. CONSTABLE, P.D. et al. 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, n.4, p.581-589, 2005.
26. LORENZ, I.; GENTILE, A.D. lactic acidosis in neonatal ruminants. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, v.30, n.2, p.317-331, 2014.
27. GUNN, A.A. et al. Diarrhea. In: SMITH, B. P. Large animal internal medicine. 4th. ed. St. Louis: Mosby Elsevier. p.340-363. 2009.
28. ROUSSEL, A.J. et al. Alterations in acid-base balance and serum electrolyte concentrations in cattle: 632 cases (1984-1994). *Journal of the American Veterinary Medical Association*, v.212, n.11, p.1769-1775, 1998.
29. SCHOTMAN, A.J. The acid-base balance in clinically healthy and diseased cattle. *Netherlands Journal of Veterinary Science*, v.4, p.5-23, 1971.
30. GEORGE, J.W. et al. Serum biochemical abnormalities in goats with uroliths: 107 cases (1992-2003). *Journal of the American Veterinary Medical Association*, v.230, n.1, p.101-105, 2007.
31. SIMPSON, D.F. et al. Base excess as a prognostic and diagnostic indicator in cows with abomasal volvulus or right displacement of the abomasum. *American Journal of Veterinary Research*, v.46, n.4, p.796-797, 1985.
32. JONES, M.; NAVARRE, C. Fluid therapy in small ruminants and camelids. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, v.30, n.2, p.441-453, 2014.
33. LISBÔA, J.A.N., 2004. Fluidoterapia em ruminantes: Uma abordagem prática. Proceedings of the Congresso Paulista de Medicina Veterinária, Conselho Regional de Medicina Veterinária do Estado de São Paulo, (ESP 04), Santos, Brasil, pp:3-6.
34. GONZÁLEZ-MONTAÑA, J.R. et al. General Aspect and Current Fluid Therapy in Cattle with Digestive Diseases. *American Journal of Animal and Veterinary Sciences*, v.12, n.3, p.111-131, 2017.
35. BREGADIOLI, G.C., 2020. Dados não publicados. (Universidade Federal de Viçosa).
36. LEAL, M.L. et al. Intravenous hypertonic saline solution (7.5%) and oral electrolytes to treat calves with noninfectious diarrhea and metabolic acidosis. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, v.26, n.4, p.1042-1450, 2012.
37. ROUSSEL, A.J. Fluid therapy in mature cattle. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, v.15, n.3, p.545-557, 1999.
38. SANTOS, P. V. M. et al. Enteral electrolytic solutions administered in continuous flow via naso-ruminal route in adult goats. *Journal of Veterinary Medical Science*, v.82, n.10, p.1562-1569, 2020.
39. STUDER, V.A. et al. Effect of prepartum propylene glycol administration on periparturient fatty liver in dairy cows. *Journal Dairy Science*, v.76, n.10, p.2931-2939, 1993.
40. ERMITA, P.A.N. Hidratação com soluções eletrolíticas enterais de manutenção contendo diferentes fontes de energia administradas em fluxo contínuo via nasorruminal em bovinos. 2018. 51 f. Tese (Doutorado em Medicina Veterinária) – Departamento de Veterinária, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2018.
41. AMORIM, P.C.A. Efeito alcalinizante do acetato de sódio administrado via ororruminal em bovinos adultos. 2020. 41 f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Departamento de Veterinária, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2020.
42. CARTER, R.R.; GROVUM, W.L. A review of the physiologic significance of hypertonic body fluids on feed intake and ruminal function: salivation, motility, and microbes. *Journal of Animal Science*, v.68, n.9, p.2811-32, 1990.
43. DOBSON, A. et al. Absorption and exchange of water across rumen epithelium. *American Journal of Physiology*, v.231, n.5, p.1588-94, 1976.
44. RAUTANEN, T. et al. Clinical experience with a hypotonic oral rehydration solution in acute diarrhoea. *Acta Paediatrica*, v.82, n.1, p.52-54, 1993.
45. NISHINAKA, D. et al. Water and electrolyte absorption from hypotonic oral rehydration solution in rat small intestine and colon. *Pediatrics International*, v.46, n.3, p.315-21, 2004.



46. RIBEIRO FILHO, J.D. et al. Efeito de soluções eletrolíticas enterais com diferentes osmolaridades sobre o perfil eletrolítico e bioquímico de equinos. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, v.34, n.2, p.179-184, 2014.
47. RIBEIRO FILHO, J.D. et al. Enteral fluid therapy in horses: Effects of maintenance hypotonic electrolyte solutions containing maltodextrin, sucrose, or dextrose administered in continuous flow. *Journal of Equine Veterinary Science*, v.50, p.96-101, 2017.
48. FARIAS, S.K. et al. Hemogasometria e ânion gap em equinos tratados com soluções eletrolíticas enterais contendo diferentes fontes de energia. *Ciência Rural*, v.41, n.9, p.1587-1592, 2011.
49. MATHEWS, K.A. Monitoring fluid therapy and complications of fluid therapy. In: DIBARTOLA, S.P. Fluid, Electrolyte and Acid-base Disorders in Small Animal Practice, 3.ed., Missouri: Elsevier Inc. Cap.16, p.337-391, 2006.
50. COSENZA, M. et al. Efeito alcalinizante da solução de Ringer com lactato em ovelhas sadias e acidóticas. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.67, n.3. p.855-863, 2015.
51. RIBEIRO FILHO, J.D. et al. Diretrizes terapêuticas para o restabelecimento do equilíbrio hidroeletrólítico e ácido base em equinos com síndrome cólica nas condições brasileiras de atendimento. *Revista Brasileira de Medicina Equina*, v.87, p.4-14, 2020.
52. JUNQUEIRA, J.R.C. Efeito alcalinizante de soluções eletrolíticas com concentração elevada de lactato de sódio administradas em bezerros sadios e diarreicos com acidose metabólica. Tese em Ciência Animal. Universidade Estadual de Londrina. 114p. 2012.
53. COSNTABLE, P.D. Acid-base assessment: when and how to apply the Henderson-Hasselbalch equation and strong ion difference theory. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, v.30, n.2, p.295-316, 2014.
54. PEREIRA, P.F.V. et al. Nova solução eletrolítica intravenosa para uso veterinário: efeitos sobre o perfil eletrolítico e ácido base em bovinos adultos hígidos. *Ciência Animal Brasileira*, v.18, p.e-32785, 2017.
55. ROMÃO, F.T.N.M.A. et al. Experimental protocol for metabolic acidosis induction by intravenous administration of hydrochloric acid in sheep. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.71, n.1, p.53-60, 2019.
56. HARTSFIELD, S.M. et al. Sodium bicarbonate and bicarbonate precursors for treatment of metabolic acidosis. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, v.179, n.9, p.914-916, 1981.
57. 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 Medicine*, v.19, n.2, p.240-251, 2005.
58. KOCH, A.; KASKE, M. Clinical efficacy of intravenous hypertonic saline solution or hypertonic bicarbonate solution in the treatment of inappetent calves with neonatal diarrhea. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, v.22, n.1, p.202-211, 2008.
59. 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, n.10, p.1098-1103, 2010.
60. FLAIBAN, K.K.M.C. Efeito alcalinizante de soluções eletrolíticas contendo lactato de sódio em ovelhas sadias e com acidose metabólica induzida. Tese em Ciência Animal, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2010. 134p.
61. PEREIRA, P.F.V. Avaliação da transfaunação e correção da acidose metabólica no tratamento da acidose láctica ruminal em pequenos ruminantes. Tese em Ciência Animal, Universidade Estadual de Londrina, 2016. 133p.
62. PFORTMUELLER, C.A.; SCHEFOLD, J.C. Hypertonic saline in critical illness - A systematic review. *Journal of Critical Care*, v.42, p.168-177, 2017.
63. SHACKFORD, S.R. et al. Hypertonic sodium lactate versus lactated Ringer's solution for intravenous fluid therapy in operations on the abdominal aorta. *Surgery*, v.94, n.1, p.41-51, 1981.



ENTER EQUI ENTER BOV SOLUTIONS



SOLUÇÕES ELETROLÍTICAS PARA HIDRATAÇÃO ENTERAL

