

Hemograma e perfil bioquímico sérico, inclusive hemogasométrico, de bezerros infectados experimentalmente com *Salmonella* Dublin

[Blood cell counts and serum biochemical profile, including blood gas levels, in *Salmonella* Dublin-infected calves]

D.G. Silva¹, P.R.L. Silva², J.J. Fagliari^{3*}

¹Aluna de pós-doutorado - FCAV-UNESP – Jaboticabal, SP

²Médico veterinário autônomo - FCAV-UNESP – Jaboticabal, SP

³Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP

Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane, s/n

14884-900 – Jaboticabal, SP

RESUMO

O objetivo do estudo foi avaliar o hemograma e o perfil bioquímico sérico, inclusive hemogasométrico, de bezerros infectados experimentalmente com *Salmonella* Dublin. Foram utilizados 12 bezerros saudáveis da raça Holandesa com 10 a 15 dias de idade, distribuídos aleatoriamente em dois grupos experimentais: grupo-controle (n= 6) e grupo infectado com 10⁸UFC de *Salmonella* Dublin (n=6). Os bezerros foram submetidos ao exame físico diário, e as amostras de sangue foram coletadas minutos antes da inoculação (0h) e 24, 48, 72, 96, 120, 144 e 168h após a inoculação. Além do hemograma e das análises hemogasométricas, foram mensuradas as atividades séricas das enzimas aspartato aminotransferase (AST), fosfatase alcalina (ALP), creatina cinase (CK), gamaglutamiltransferase (GGT) e lactato desidrogenase (LDH), e os teores de albumina, bilirrubinas, cálcio total, cálcio ionizado, sódio, potássio, cloretos, creatinina, ferro, fibrinogênio, fósforo, glicose, magnésio, proteína totais e ureia. As principais alterações foram: redução das concentrações de albumina, ferro, glicose, magnésio e proteína total, aumento do teor de fibrinogênio, leucocitose e acidose metabólica e hiponatremia.

Palavras-chave: bezerro, *Salmonella* Dublin, diarreia, hemograma, eletrólitos

ABSTRACT

The blood cell counts and biochemical profile, including blood gas levels, were evaluated, in *Salmonella* Dublin-infected calves. Twelve healthy 10 to 15-day old Holstein calves were randomly allotted into two groups: control (n=6) and group orally infected with 10⁸ CFU *Salmonella* Dublin (n=6). The calves were submitted to physical examination and the blood samples were taken just before the inoculation (0h) and at 24, 48, 72, 96, 120, 144, and 168h later. Besides, blood cell counts, blood gas levels, and the serum concentrations of aspartate aminotransferase (AST), alkaline phosphatase (ALP), creatine kinase (CK), gammaglutamyltransferase (GGT), lactate desidrogenase (LDH), albumin, bilirubin, total calcium, ionic calcium, sodium, potassium, chlorides, creatinine, iron, fibrinogen, phosphorus, glucose, magnesium, total protein, and urea were measured. The main findings included decrease in albumin, iron, glucose, magnesium, and total protein concentrations, and increase in fibrinogen level, leukocytosis, metabolic acidosis, and hyponatremia.

Keywords: calves, *Salmonella* Dublin, diarrhea, hemogram, electrolytes

INTRODUÇÃO

A diarreia neonatal é considerada um dos principais problemas sanitários em rebanhos bovinos, causando grandes prejuízos econômicos

não somente pela alta taxa de mortalidade, mas também pelos custos com tratamento e prejuízo ao crescimento (Constable et al., 1996; Barrington et al., 2002). Embora grande número de agentes etiológicos possa estar envolvido com as enterites neonatais, as infecções por

Recebido em 16 de novembro de 2009

Aceito em 31 de março de 2010

*Autor para correspondência (corresponding author)

E-mail: fagliari@fcav.unesp.br

Salmonella, principalmente pelos sorotipos Dublin e Typhimurium, são as principais causas de diarreia em bezerros (Smith et al., 1989; Santos et al., 2001).

De maneira geral, as infecções por *Salmonella* resultam em uma variedade de manifestações clínicas que dependem do sorotipo envolvido e da idade do animal (Sarwari et al., 2001). Em bezerros com até seis semanas de idade, os principais sinais clínicos de salmonelose incluem diarreia, febre, desidratação, alterações respiratórias, bacteremia e morte (Wray e Davies, 2000; Veling et al., 2002).

Mas, apesar de *S. Dublin* ser o sorotipo adaptado à espécie bovina (Smith et al., 1989), a maior parte dos estudos sobre as alterações hematológicas e bioquímicas em bezerros induzidas pela salmonelose experimental utiliza o sorotipo *S. Typhimurium* (Smith et al., 1979; Wray, 1980; Santos et al., 2002). Assim, o objetivo do presente estudo foi avaliar as principais alterações bioquímicas, hematológicas e hemogasométricas provocadas pela infecção experimental de bezerros com *Salmonella Dublin*.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram examinadas amostras de sangue de 12 bezerros machos da raça Holandesa, sadios, com 10 a 15 dias de idade e peso médio de 40,2kg. Os bezerros foram alojados em abrigos individuais e receberam quatro litros de leite pasteurizado, duas vezes ao dia, além de ração, feno e água à vontade. O estudo foi aprovado pela Comissão de Ética e Bem-Estar Animal da FCAV/UNESP/Campus de Jaboticabal (Protocolo nº013597-06). Os animais foram distribuídos aleatoriamente em dois grupos experimentais, constituídos por seis animais cada, submetidos aos seguintes tratamentos: grupo-controle (grupo 1): administração oral de 10mL de *Brain Heart Infusion* (caldo BHI; CM0225, Oxoid); e grupo infectado (grupo 2): administração oral de 10^8 UFC de *Salmonella Dublin* suspensas em 10mL de caldo BHI, antes da primeira mamada do dia. O inóculo para a indução da infecção experimental foi preparado a partir de uma amostra de *Salmonella Dublin* (registro IOC 3101/03) cedida pela Fundação Oswaldo Cruz (Manguinhos-RJ), naturalmente resistente ao ácido nalidíxico.

As amostras de sangue de cada bezerro foram obtidas mediante punção da veia jugular, em oito momentos: minutos antes da inoculação experimental (0h) e 24, 48, 72, 96, 120, 144 e 168h após a inoculação, utilizando-se o sistema de coleta a vácuo (Vacutainer, Becton Dickinson), em frascos de 10mL sem anticoagulante, para realização das análises bioquímicas, frascos de 5mL contendo ácido etilenodiaminotetracético tripotássico (K_3EDTA), para realização do hemograma, frascos de 5mL contendo fluoreto de sódio/ácido etilenodiaminotetracético dissódico (NaF/Na_2EDTA), para dosagem de glicose, e seringas plásticas de 1mL contendo heparina de lítio, para hemogasometria e dosagem de eletrólitos. As amostras de sangue dos frascos sem anticoagulante foram centrifugadas a 1.000 x g durante 10 minutos, logo após a retração do coágulo, enquanto as amostras de sangue de frascos com anticoagulante foram centrifugadas a 1.000 x g durante cinco minutos, obtendo-se o soro e o plasma, respectivamente, necessários para as análises laboratoriais. As amostras de sangue, inclusive aquelas para as análises hemogasométricas, foram mantidas sob refrigeração até a chegada no laboratório. Foram avaliadas as atividades séricas das enzimas aspartato aminotransferase (método cinética UV-IFCC), fosfatase alcalina (método de Bowers e McComb modificado), creatina cinase (método IFCC), gamaglutamiltransferase (método de Szasz modificado) e lactato desidrogenase (método do piruvato-lactato) e as concentrações de bilirrubina total e direta (método de Sims-Horn), cálcio total (método CPC), ferro (método de Goodwin modificado), fósforo (método de Daly e Ertingshausen modificado), magnésio (método Labtest), proteínas totais (método do biureto), albumina (método verde de bromocresol), creatinina (método Labtest), ureia (método enzimático UV) e glicose (método de GOD-Trinder). Os testes foram realizados utilizando-se conjuntos de reagentes de uso comercial (Labtest, Labtest Diagnóstica), e as leituras dos parâmetros bioquímicos foram realizadas em espectrofotômetro semiautomático (Labquest, Labtest Diagnóstica), em comprimentos de onda específicos para os diversos componentes do sangue. O teor plasmático de fibrinogênio foi obtido pelo método de precipitação pelo calor e pela leitura em refratômetro (Millar et al., 1971).

As contagens de hemácias e de leucócitos e o teor de hemoglobina foram obtidos em hemocítômetro semiautomático (CC-530, CELM), e as contagens de plaquetas realizadas em câmara de Neubauer. O volume globular foi obtido pela técnica do microematócrito. A contagem diferencial dos leucócitos foi verificada em esfregaços sanguíneos corados (Thrall, 2007). As variáveis hemogasométricas pH, pressão parcial de oxigênio (prpO₂), pressão parcial de dióxido de carbono (prpCO₂), bicarbonato (HCO₃⁻), dióxido de carbono total (totCO₂), saturação de oxigênio (SatO₂) e excesso de base (excB) e os teores sanguíneos de sódio (Na), potássio (K), cálcio ionizado (Ca_i) e cloretos (Cl) foram mensurados em analisador automático (Omni C, Roche). Antes de cada coleta, os bezerros eram submetidos a exames físicos, diariamente (Feitosa, 2004).

O isolamento de *Salmonella* Dublin nas fezes dos bezerros foi realizado por meio de cultura bacteriológica das amostras de suabes retais, segundo as recomendações de Rice et al. (1997) e Santos et al. (2002), nos mesmos momentos descritos anteriormente para a colheita das amostras de sangue.

Os resultados das análises bioquímicas, hematológicas e hemogasométricas foram submetidos à análise de variância e ao teste de Tukey para comparação das médias, ao nível de significância de 5% (Zar, 1999).

RESULTADOS

Entre 24 e 72 horas após a infecção experimental, os animais inoculados com 10⁸ UFC de *Salmonella* Dublin apresentaram sinais de diarreia, febre, desidratação e sintomas respiratórios, como tosse, secreção nasal e taquipneia. Não se constatou alteração no exame físico dos animais do grupo-controle. O isolamento de *Salmonella* Dublin em suabes retais ocorreu 24 horas após a infecção experimental, em todos os bezerros inoculados, e não houve isolamento de *Salmonella* Dublin em nenhuma das amostras de suabes retais dos animais do grupo-controle.

As principais alterações bioquímicas verificadas nos bezerros do grupo infectado, em relação aos do grupo-controle, foram aumento do teor

plasmático de fibrinogênio e diminuição das atividades séricas das enzimas ALP e CK e da concentração sérica de albumina (Tab. 1). Também, ao longo do período experimental, foram notadas reduções nas concentrações de glicose e de proteína total nos bezerros do grupo infectado. O aumento da concentração de fibrinogênio, importante indicador da resposta de fase aguda em bovinos (Godson et al., 1995), é compatível com o quadro inflamatório que acompanha a infecção bacteriana. Os decréscimos nas concentrações de proteína total e albumina provavelmente estão relacionados à perda de proteínas entéricas devido à enterite fibrinopurulenta desenvolvida após a infecção com *S. Dublin* (Santos et al., 2002). A diminuição da concentração de ferro pode estar relacionada à resposta imune do hospedeiro, mediada pela interleucina-1, que promove redução da concentração desse mineral após a invasão bacteriana, pois o crescimento e a multiplicação das bactérias dependem da disponibilidade de ferro (Kaneko et al., 2008). A redução da concentração de magnésio, verificada em animais com diarreia (Slanina et al., 1984), também pode estar relacionada à maior perda desse componente nas fezes. A diminuição da glicemia pode ser explicada pela inapetência dos bezerros e pela própria multiplicação bacteriana. As variações constatadas nas atividades séricas das enzimas ALP e CK e nas concentrações de bilirrubina total podem estar mais associadas às variações individuais do que à própria infecção experimental.

Apesar de não ter sido constatada diferença nos parâmetros hematológicos nos bezerros dos dois grupos experimentais, notou-se leucocitose nos animais do grupo 2, a partir de 24 horas após a infecção experimental com *Salmonella* Dublin (Tab. 2), em resposta à infecção bacteriana.

Com relação às variáveis hemogasométricas, verificou-se redução da concentração sanguínea de sódio às 120 e 144 horas após a inoculação, nos bezerros do grupo 2 (Tab. 3), aspecto atribuído à perda desse eletrólito nas fezes (Walker et al., 1998; Kaneko et al., 2008). Também foram verificadas ligeiras diminuições do pH, do exB e da concentração de HCO₃⁻ a partir de 72 horas após a infecção (Tab. 3), compatível com quadro discreto de acidose metabólica.

Tabela 1. Média \pm desvio-padrão de parâmetros bioquímicos de bezerros do grupo-controle (G1) e de bezerros infectados experimentalmente com 10^8 UFC de *Salmonella* Dublin (G2) antes da inoculação (0h) e 24, 48, 72, 96, 120, 144 e 168h após a infecção experimental

Grupo	Momento após a inoculação (h)							
	0	24	48	72	96	120	144	168
Aspartato aminotransferase (U/L)								
G1	36,7 \pm 8,76Aa	39,3 \pm 4,38Aa	36,7 \pm 4,68Aa	32,3 \pm 12,1Aa	33,2 \pm 13,5Aa	33,2 \pm 10,8Aa	34,9 \pm 8,55Aa	35,8 \pm 9,02Aa
G2	36,7 \pm 4,68Aa	38,4 \pm 5,42Aa	36,7 \pm 5,74Aa	36,7 \pm 8,76Aa	32,5 \pm 7,77Aa	36,7 \pm 12,3Aa	38,8 \pm 19,5Aa	30,1 \pm 2,62Aa
Fosfatase alcalina (U/L)								
G1	135 \pm 22,0Aa	145 \pm 30,0Aa	159 \pm 48,2Aa	167 \pm 58,5Aa	163 \pm 49,9Aa	171 \pm 63,1Aa	169 \pm 68,9Aa	169 \pm 65,6Aa
G2	122 \pm 57,4Aa	119 \pm 54,9Aa	115 \pm 43,4Aa	113 \pm 35,0Ba	115 \pm 29,6Ba	99,5 \pm 24,2Ba	91,2 \pm 20,3Ba	76,7 \pm 14,2Ba
Gamaglutamiltransferase (U/L)								
G1	88,9 \pm 35,4Aabc	92,1 \pm 37,7Aa	79,4 \pm 34,3Aad	77,3 \pm 33,4Aad	74,1 \pm 25,4Acd	72,0 \pm 24,6Abd	69,8 \pm 23,3Ad	64,5 \pm 22,8Ad
G2	98,6 \pm 29,5Aa	95,4 \pm 24,5Aa	83,8 \pm 19,5Aac	75,3 \pm 18,2Abcd	71,3 \pm 11,4Ade	66,2 \pm 11,6Abe	59,8 \pm 7,25Ae	57,3 \pm 9,00Ae
Lactato desidrogenase (U/L)								
G1	1.201 \pm 284Aa	1.325 \pm 342Aa	1.344 \pm 345Aa	1.395 \pm 315Aa	1.406 \pm 322Aa	1.371 \pm 272Aa	1.392 \pm 301Aa	1.425 \pm 314Aa
G2	1.174 \pm 118Aa	1.211 \pm 112Aa	1.230 \pm 115Aa	1.279 \pm 229Aa	1.169 \pm 148Aa	1.243 \pm 197Aa	1.240 \pm 182Aa	1.206 \pm 127Aa
Creatina cinase (U/L)								
G1	162 \pm 29,4Aa	162 \pm 19,8Aa	142 \pm 28,4Aa	162 \pm 39,7Aa	125 \pm 9,92Aa	130 \pm 19,8Aa	121 \pm 26,6Aa	138 \pm 36,6Aa
G2	113 \pm 39,7Aa	117 \pm 51,9Aa	109 \pm 39,9Aa	97,1 \pm 34,4Aa	126 \pm 20,3Aa	121 \pm 24,3Aa	117 \pm 71,7Aa	85,0 \pm 14,0Bb
Albumina (g/dL)								
G1	2,35 \pm 0,09Aa	2,43 \pm 0,10Aa	2,43 \pm 0,12Aa	2,44 \pm 0,14Aa	2,48 \pm 0,16Aa	2,50 \pm 0,11Aa	2,50 \pm 0,10Aa	2,51 \pm 0,12Aa
G2	2,25 \pm 0,13Aa	2,26 \pm 0,15Aa	2,30 \pm 0,19Aa	2,26 \pm 0,23Aa	2,26 \pm 0,17Ba	2,27 \pm 0,19Ba	2,19 \pm 0,18Ba	2,25 \pm 0,21Ba
Bilirrubina direta (mg/dL)								
G1	0,21 \pm 0,09Aa	0,20 \pm 0,09Aa	0,17 \pm 0,05Aa	0,16 \pm 0,04Aa	0,15 \pm 0,06Aa	0,15 \pm 0,05Aa	0,15 \pm 0,04Aa	0,14 \pm 0,04Aa
G2	0,23 \pm 0,04Aa	0,22 \pm 0,06Aa	0,20 \pm 0,06Aa	0,17 \pm 0,07Aa	0,19 \pm 0,07Aa	0,20 \pm 0,08Aa	0,16 \pm 0,07Aa	0,18 \pm 0,02Aa
Bilirrubina total (mg/dL)								
G1	0,70 \pm 0,13Aa	0,74 \pm 0,21Aa	0,72 \pm 0,19Aa	0,67 \pm 0,16Aa	0,66 \pm 0,24Aa	0,70 \pm 0,23Aa	0,72 \pm 0,18Aa	0,72 \pm 0,17Aa
G2	0,68 \pm 0,41Aab	0,67 \pm 0,43Aa	0,61 \pm 0,35Aa	0,70 \pm 0,38Aa	0,52 \pm 0,08Aa	0,61 \pm 0,20Ab	0,63 \pm 0,14Ab	0,58 \pm 0,05Aa
Cálcio total (mg/dL)								
G1	9,56 \pm 0,47Aa	10,5 \pm 0,52Ab	10,6 \pm 0,74Ab	10,4 \pm 0,65Aab	10,2 \pm 0,56Aab	10,3 \pm 0,40Aab	10,1 \pm 0,52Aab	10,2 \pm 0,36Aab
G2	10,2 \pm 1,05Aa	11,2 \pm 0,89Ab	10,9 \pm 0,85Aab	10,7 \pm 0,94Aab	10,4 \pm 0,34Aa	10,6 \pm 0,17Aab	10,7 \pm 0,34Aab	10,2 \pm 0,41Aa
Creatinina (mg/dL)								
G1	1,28 \pm 0,15Aa	1,31 \pm 0,11Aa	1,24 \pm 0,07Aa	1,23 \pm 0,12Aa	1,25 \pm 0,11Aa	1,22 \pm 0,11Aa	1,28 \pm 0,14Aa	1,29 \pm 0,17Aa
G2	1,17 \pm 0,08Aa	1,12 \pm 0,08Aa	1,08 \pm 0,10Aa	1,10 \pm 0,12Aa	1,17 \pm 0,12Aa	1,16 \pm 0,15Aa	1,17 \pm 0,16Aa	1,17 \pm 0,12Aa
Ferro (μg/dL)								
G1	136 \pm 54,8Aa	147 \pm 64,7Aa	149 \pm 57,2Aa	156 \pm 60,4Aa	146 \pm 56,7Aa	127 \pm 35,4Aa	156 \pm 53,9Aa	128 \pm 52,4Aa
G2	90,5 \pm 19,7Aa	96,0 \pm 37,2Aa	68,3 \pm 7,37Aa	77,3 \pm 9,27Aa	106 \pm 68,0Aa	90,0 \pm 35,9Aa	77,8 \pm 17,2Ba	78,5 \pm 19,2Aa
Fibrinogênio (g/dL)								
G1	0,77 \pm 0,23Aa	0,50 \pm 0,11Aa	0,70 \pm 0,24Aa	0,70 \pm 0,17Aa	0,70 \pm 0,17Aa	0,57 \pm 0,08Aa	0,63 \pm 0,08Aa	0,57 \pm 0,15Aa
G2	0,67 \pm 0,24Aa	0,77 \pm 0,20Aa	0,93 \pm 0,27Aa	0,87 \pm 0,33Aa	0,96 \pm 0,17Aa	0,92 \pm 0,18Ba	0,88 \pm 0,23Aa	0,95 \pm 0,10Ba
Fósforo (mg/dL)								
G1	7,12 \pm 0,42Aa	7,63 \pm 0,59Aa	7,87 \pm 0,72Aa	7,82 \pm 0,59Aa	7,90 \pm 0,69Aa	7,94 \pm 0,64Aa	7,75 \pm 0,51Aa	7,82 \pm 0,73Aa
G2	7,47 \pm 1,04Aa	7,44 \pm 1,26Aa	7,32 \pm 0,87Aa	7,17 \pm 1,43Aa	7,28 \pm 0,91Aa	7,36 \pm 0,90Aa	7,42 \pm 0,51Aa	7,44 \pm 0,76Aa
Glicose (mg/dL)								
G1	75,0 \pm 7,71Aab	74,7 \pm 8,80Aab	71,0 \pm 10,2Aab	72,1 \pm 6,83Aab	71,0 \pm 7,51Aab	75,7 \pm 9,28Aab	69,0 \pm 5,77Ab	68,6 \pm 10,6Ab
G2	70,2 \pm 18,5Aab	71,5 \pm 13,3Aab	73,5 \pm 14,7Aab	72,8 \pm 16,6Aab	66,1 \pm 16,9Ab	64,5 \pm 13,1Ab	61,9 \pm 16,2Ab	65,8 \pm 9,61Ab
Magnésio (mg/dL)								
G1	1,91 \pm 0,12Aa	1,96 \pm 0,19Aa	1,95 \pm 0,19Aa	1,98 \pm 0,13Aa	1,93 \pm 0,12Aa	2,02 \pm 0,08Aa	2,00 \pm 0,08Aa	2,01 \pm 0,07Aa
G2	1,86 \pm 0,18Aa	1,88 \pm 0,20Aa	1,81 \pm 0,23Aa	1,79 \pm 0,28Aa	1,77 \pm 0,24Aa	1,77 \pm 0,19Aa	1,75 \pm 0,30Aa	1,66 \pm 0,11Bb
Proteína total (g/dL)								
G1	6,60 \pm 0,66Aa	6,53 \pm 0,63Aa	6,54 \pm 0,48Aa	6,66 \pm 0,52Aa	6,62 \pm 0,41Aa	6,63 \pm 0,45Aa	6,49 \pm 0,46Aa	6,54 \pm 0,39Aa
G2	6,56 \pm 0,72Aab	6,49 \pm 0,76Aab	6,47 \pm 0,48Aab	6,44 \pm 0,47Aab	6,25 \pm 0,45Aab	6,26 \pm 0,49Aab	6,09 \pm 0,58Ab	6,52 \pm 0,28Aab
Ureia (mg/dL)								
G1	22,2 \pm 2,64Aa	23,3 \pm 4,61Aa	22,7 \pm 3,73Aa	25,3 \pm 3,59Aa	23,8 \pm 4,42Aa	23,1 \pm 3,80Aa	24,2 \pm 3,96Aa	23,4 \pm 3,96Aa
G2	21,9 \pm 3,70Aa	21,8 \pm 9,05Aa	24,8 \pm 11,6Aa	26,9 \pm 16,5Aa	29,0 \pm 18,8Aa	30,4 \pm 16,5Aa	35,5 \pm 29,9Aa	24,1 \pm 7,02Aa

Médias seguidas de letras maiúsculas iguais na mesma coluna e letras minúsculas iguais na mesma linha não diferem entre si pelo teste Tukey (P>0,05).

Hemograma e perfil bioquímico...

Tabela 2. Média \pm desvio-padrão de parâmetros hematológicos de bezerros do grupo-controle (G1) e bezerros infectados experimentalmente com 10^8 UFC de *Salmonella* Dublin (G2) antes da inoculação (0h) e 24, 48, 72, 96, 120, 144 e 168h após a infecção experimental

Grupo	Momento após a inoculação (h)							
	0	24	48	72	96	120	144	168
Hemácias ($\times 10^6/\mu\text{L}$)								
G1	7,82 \pm 1,05Aa	7,78 \pm 1,25Aab	7,58 \pm 0,85Aab	7,76 \pm 0,83Aab	7,43 \pm 0,99Aab	7,50 \pm 0,71Aab	7,38 \pm 0,95Aab	6,97 \pm 0,87Ab
G2	7,53 \pm 1,15Aa	6,98 \pm 1,11Aab	7,18 \pm 0,96Aab	7,00 \pm 1,03Aab	7,14 \pm 0,95Aab	7,17 \pm 1,13Aab	6,60 \pm 0,98Ab	6,74 \pm 0,37Ab
Leucócitos ($\times 10^3/\mu\text{L}$)								
G1	9,90 \pm 5,93Aa	10,5 \pm 5,74Aa	10,0 \pm 5,88Aa	10,3 \pm 4,79Aa	9,40 \pm 2,99Aa	8,22 \pm 2,30Aa	7,48 \pm 2,10Aa	8,60 \pm 4,06Aa
G2	12,0 \pm 7,41Aa	13,0 \pm 7,16Aa	14,7 \pm 7,66Aa	16,7 \pm 9,26Aa	13,7 \pm 7,94Aa	12,5 \pm 4,63Aa	12,5 \pm 5,58Aa	12,0 \pm 5,94Aa
Plaquetas ($\times 10^3/\mu\text{L}$)								
G1	473 \pm 30,2Aa	476 \pm 57,0Aa	480 \pm 72,0Aa	447 \pm 57,4Aa	415 \pm 36,6Aa	443 \pm 48,6Aa	469 \pm 29,6Aa	452 \pm 48,9Aa
G2	486 \pm 105Aa	509 \pm 172Aa	539 \pm 196Aa	519 \pm 182Aa	526 \pm 220Aa	502 \pm 224Aa	551 \pm 274Aa	456 \pm 24,6Aa
Hemoglobina (g/dL)								
G1	10,8 \pm 1,87Aa	10,6 \pm 1,73Aab	10,4 \pm 1,65Aabc	10,3 \pm 1,49Aabc	10,1 \pm 1,35Aabc	10,2 \pm 1,39Aabc	9,70 \pm 1,29Abc	9,56 \pm 1,26Ac
G2	9,87 \pm 0,90Aa	9,87 \pm 1,22Aa	9,88 \pm 1,32Aa	9,92 \pm 1,09Aa	9,67 \pm 0,91Aa	9,53 \pm 0,88Aa	9,33 \pm 0,83Aa	9,48 \pm 0,72Aa
Volume globular (%)								
G1	32,5 \pm 5,32Aa	32,2 \pm 5,56Aab	31,2 \pm 5,38Aab	31,0 \pm 4,90Aab	30,7 \pm 5,32Aab	30,3 \pm 4,32Aab	29,2 \pm 4,58Aab	28,7 \pm 4,13Ab
G2	29,5 \pm 4,42Aa	29,3 \pm 5,01Aa	29,3 \pm 4,68Aa	28,8 \pm 3,60Aab	28,4 \pm 3,44Aab	28,6 \pm 4,62Aab	27,8 \pm 3,96Aab	26,7 \pm 2,50Ab
Basófilos (μL)								
G1	0,0 \pm 0,0Aa	0,0 \pm 0,0Aa	0,0 \pm 0,0Aa	33,0 \pm 80,8Aa	0,0 \pm 0,0Aa	13,3 \pm 32,7Aa	0,0 \pm 0,0Aa	0,0 \pm 0,0Aa
G2	11,2 \pm 27,3Aa	0,0 \pm 0,0Aa	0,0 \pm 0,0Aa	0,0 \pm 0,0Aa	0,0 \pm 0,0Aa	0,0 \pm 0,0Aa	0,0 \pm 0,0Aa	0,0 \pm 0,0Aa
Eosinófilos (μL)								
G1	53,3 \pm 43,8Aa	77,2 \pm 79,69Aa	49,3 \pm 64,7Aa	78,0 \pm 73,6Aa	37,5 \pm 66,6Aa	26,7 \pm 65,3Aa	38,0 \pm 42,4Aa	74,5 \pm 86,0Aa
G2	0,0 \pm 0,0Aa	45,3 \pm 111Aa	0,0 \pm 0,0Aa	65,0 \pm 112Aa	0,0 \pm 0,0Aa	0,0 \pm 0,0Aa	0,0 \pm 0,0Aa	18,0 \pm 36,0Aa
Neutrófilos bastonetes (μL)								
G1	253 \pm 138Aa	165 \pm 103Aa	155 \pm 72,8Aa	121 \pm 111Aa	277 \pm 141Aa	216 \pm 159Aa	230 \pm 112Aa	242 \pm 160Aa
G2	211 \pm 334Aa	321 \pm 332Aa	1.123 \pm 2.185Aa	2.691 \pm 5.086Aa	476 \pm 675Aa	534 \pm 690Aa	1.162 \pm 1.822Aa	446 \pm 542Aa
Neutrófilos segmentados (μL)								
G1	4.611 \pm 4.892Aa	4.236 \pm 4.538Aa	4.375 \pm 4.756Aa	4.607 \pm 4.860Aa	3.313 \pm 2.400Aa	2.204 \pm 924Aa	1.814 \pm 766Aa	2.445 \pm 2.621Aa
G2	5.260 \pm 2.083Aa	5.921 \pm 1.695Aa	6.497 \pm 3.125Aa	7.214 \pm 2.684Aa	6.742 \pm 4.232Aa	5.383 \pm 1.856Aa	4.220 \pm 1.726Aa	4.566 \pm 2.828Aa
Linfócitos (μL)								
G1	4.806 \pm 1.936Aa	5.707 \pm 2.168Aa	5.306 \pm 2.488Aa	5.342 \pm 2.209Aa	5.552 \pm 1.714Aa	5.519 \pm 2.387Aa	5.280 \pm 1.893Aa	5.664 \pm 2.080Aa
G2	6.404 \pm 5.411Aa	6.681 \pm 5.776Aa	6.891 \pm 4.969Aa	6.481 \pm 5.724Aa	6.305 \pm 3.806Aa	6.377 \pm 5.384Aa	6.834 \pm 4.438Aa	6.688 \pm 2.573Aa
Monócitos (μL)								
G1	176 \pm 82,1Aa	315 \pm 379Aa	164 \pm 108Aa	119 \pm 59,68Aa	220 \pm 88,10Aa	238 \pm 84,10Aa	121 \pm 100Aa	175 \pm 151Aa
G2	147 \pm 133Aa	81,8 \pm 107Aa	168 \pm 179Aa	265 \pm 178Aa	177 \pm 172Aa	166 \pm 258Aa	247 \pm 384Aa	331 \pm 249Aa

Médias seguidas de letras maiúsculas iguais na mesma coluna e letras minúsculas iguais na mesma linha não diferem entre si pelo teste Tukey ($P>0,05$).

Tabela 3. Média \pm desvio-padrão de parâmetros hemogasométricos e da concentração sanguínea de eletrólitos de bezerros do grupo-controle (G1) e bezerros infectados experimentalmente com 10^8 UFC de *Salmonella* Dublin (G2) antes da inoculação (0h) e 24, 48, 72, 96, 120, 144 e 168h após a inoculação

Grupo	Momento após a inoculação (h)							
	0	24	48	72	96	120	144	168
pH								
G1	7,35 \pm 0,03Aa	7,34 \pm 0,03Aa	7,34 \pm 0,01Aa	7,34 \pm 0,01Aa	7,36 \pm 0,04Aa	7,36 \pm 0,02Aa	7,37 \pm 0,02Aa	7,37 \pm 0,02Aa
G2	7,33 \pm 0,02Aa	7,35 \pm 0,02Aa	7,36 \pm 0,02Aa	7,32 \pm 0,02Aa	7,31 \pm 0,03Aa	7,31 \pm 0,03Aa	7,28 \pm 0,03Aa	7,35 \pm 0,03Aa
HCO₃ (mmol/L)								
G1	24,7 \pm 1,77Aa	26,1 \pm 1,37Aa	25,7 \pm 1,33Aa	27,0 \pm 1,86Aa	27,0 \pm 0,82Aa	27,9 \pm 1,34Aa	27,9 \pm 0,63Aa	28,6 \pm 1,83Aa
G2	26,5 \pm 2,98Aa	28,0 \pm 2,54Aa	26,6 \pm 3,20Aa	24,8 \pm 6,97Aa	23,6 \pm 8,63Aa	23,3 \pm 8,92Aa	22,4 \pm 8,83Aa	26,9 \pm 1,59Aa
Excesso de base (mmol/L)								
G1	-0,72 \pm 1,95Aa	0,28 \pm 0,94Aa	-0,02 \pm 0,96Aa	1,08 \pm 1,66Aa	1,40 \pm 0,88Aa	2,22 \pm 1,30Aa	2,40 \pm 0,36Aa	3,58 \pm 2,35Aa
G2	0,80 \pm 3,33Aa	2,48 \pm 2,96Aa	1,40 \pm 2,88Aa	-0,85 \pm 7,42Aa	-1,68 \pm 9,67Aa	-2,14 \pm 9,97Aa	-	-2,05 \pm 1,26Aa
CO₂ total (mmol/L)								
G1	22,7 \pm 1,30Aa	24,3 \pm 1,28Aa	23,9 \pm 1,03Aa	25,1 \pm 1,52Aa	25,2 \pm 0,77Aa	26,0 \pm 1,69Aa	25,8 \pm 1,29Aa	26,6 \pm 1,71Aa
G2	23,8 \pm 4,29Aa	25,4 \pm 4,00Aa	24,3 \pm 2,84Aa	22,2 \pm 6,07Aa	22,8 \pm 8,34Aa	22,9 \pm 8,94Aa	20,9 \pm 7,98Aa	23,8 \pm 2,60Aa
Pressão parcial de O₂ (mmHg)								
G1	38,5 \pm 5,17Aa	36,4 \pm 7,59Aa	38,4 \pm 7,44Aa	35,9 \pm 5,88Aa	39,1 \pm 5,87Aa	33,1 \pm 4,33Aa	36,3 \pm 5,50Aa	39,2 \pm 9,26Aa
G2	36,9 \pm 8,29Aa	36,0 \pm 4,31Aa	39,8 \pm 3,12Aa	39,9 \pm 5,64Aa	41,6 \pm 4,03Aa	42,1 \pm 3,01Aa	40,9 \pm 5,61Aa	36,3 \pm 6,63Aa
Pressão parcial de CO₂ (mmHg)								
G1	46,6 \pm 2,91Aa	50,2 \pm 4,88Aa	49,1 \pm 3,42Aa	51,6 \pm 3,63Aa	50,0 \pm 5,06Aa	51,1 \pm 2,92Aa	50,6 \pm 3,25Aa	48,4 \pm 5,15Aa
G2	49,5 \pm 3,88Aa	49,8 \pm 6,21Aa	50,3 \pm 5,92Aa	50,3 \pm 10,3Aa	46,0 \pm 11,0Aa	44,0 \pm 11,2Aa	44,2 \pm 9,16Aa	50,7 \pm 5,95Aa
Saturação de O₂ (%)								
G1	60,2 \pm 4,80Aa	53,9 \pm 11,5Aa	57,4 \pm 7,65Aa	57,5 \pm 8,52Aa	57,0 \pm 10,3Aa	52,6 \pm 8,05Aa	57,7 \pm 9,40Aa	62,7 \pm 14,6Aa
G2	55,0 \pm 12,9Aa	58,1 \pm 5,91Aa	61,9 \pm 4,87Aa	59,2 \pm 6,23Aa	61,0 \pm 2,84Aa	62,6 \pm 8,31Aa	64,1 \pm 8,22Aa	54,5 \pm 15,4Aa
Na (mmol/L)								
G1	143 \pm 2,05Aa	143 \pm 1,22Aa	142 \pm 1,46Aa	141 \pm 0,70Aa	143 \pm 1,89Aa	143 \pm 1,23Aa	143 \pm 0,67Aa	143 \pm 1,33Aa
G2	142 \pm 3,26Aa	141 \pm 2,23Aab	140 \pm 2,24Aab	140 \pm 3,63Aab	139 \pm 4,62Aab	138 \pm 5,03Bb	139 \pm 5,55Bb	141 \pm 2,92Aab
K (mmol/L)								
G1	4,11 \pm 0,35Aa	3,98 \pm 0,36Aa	4,01 \pm 0,39Aa	3,97 \pm 0,19Aa	3,82 \pm 0,18Aa	3,87 \pm 0,19Aa	3,96 \pm 0,31Aa	4,00 \pm 0,22Aa
G2	3,76 \pm 0,15Aa	3,75 \pm 0,15Aa	3,76 \pm 0,05Aa	3,65 \pm 0,21Aa	3,57 \pm 0,16Aa	3,68 \pm 0,18Aa	3,78 \pm 0,12Aa	3,94 \pm 0,27Aa
Cl (mmol/L)								
G1	107 \pm 0,80Aa	105 \pm 1,52Aa	104 \pm 1,12Aa	103 \pm 0,60Aa	105 \pm 2,09Aa	104 \pm 0,83Aa	103 \pm 1,17Aa	105 \pm 0,93Aa
G2	105 \pm 4,08Aa	104 \pm 4,06Aa	103 \pm 2,62Aa	103 \pm 2,62Aa	104 \pm 1,53Aa	102 \pm 2,49Aa	103 \pm 1,75Aa	102 \pm 2,37Aa
Ca_i (mmol/L)								
G1	0,71 \pm 0,08Aa	0,76 \pm 0,06Aa	0,78 \pm 0,05Aa	0,79 \pm 0,07Aa	0,71 \pm 0,09Aa	0,73 \pm 0,03Aa	0,74 \pm 0,08Aa	0,66 \pm 0,07Aa
G2	0,66 \pm 0,05Aa	0,69 \pm 0,10Aa	0,80 \pm 0,10Aa	0,67 \pm 0,12Aa	0,67 \pm 0,03Aa	0,75 \pm 0,09Aa	0,75 \pm 0,10Aa	0,73 \pm 0,04Aa

Médias seguidas de letras maiúsculas iguais na mesma coluna e letras minúsculas iguais na mesma linha não diferem entre si pelo teste Tukey (P>0,05).

CONCLUSÃO

As principais alterações bioquímicas, hematológicas e hemogasométricas verificadas em bezerros infectados experimentalmente com 10^8 UFC de *Salmonella* Dublin foram reduções das concentrações de albumina, ferro, glicose, magnésio e proteína total, aumento do teor plasmático de fibrinogênio, leucocitose, acidose metabólica e hiponatremia.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pelo suporte financeiro e pelas bolsas de pesquisa, e à Fundação Oswaldo Cruz, pelo fornecimento da cepa de *Salmonella* Dublin.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARRINGTON, G.M.; GAY, J.M.; EVERMANN, J.F. Biosecurity for neonatal gastrointestinal diseases. *Vet. Clin. N. Am.: Food Anim. Prat.*, v.18, p.7-34, 2002.
- CONSTABLE, P.D.; GOHAR, M.; MORIN, D.E. Use of hypertonic saline dextran solution to resuscitate hypovolemic calves with diarrhea. *Am. J. Vet. Res.*, v.57, p.97-104, 1996.
- FEITOSA, F.L.F. *Semiologia veterinária: a arte do diagnóstico*. 1.ed. São Paulo: Roca, 2004. 807p.
- GODSON, D.L.; BACA-ESTRADA, M.E.; VAN KESSEL, A.G. Regulation of bovine acute phase responses by recombinant interleukin-1 β . *Can. J. Vet.*, v.59, p.249-255, 1995.

- KANEKO, J.J.; HARVEY, J.W.; BRUSS, M.L. *Clinical biochemistry of domestic animals*. 6.ed. San Diego: Academic, 2008. 916p.
- MILLAR, H.R.; SIMPSON, J.G.; SRALKEN, A.L. An evaluation of the heat precipitation method for plasma fibrinogen estimation. *J. Clin. Pathol.*, v.24, p.827-830, 1971.
- RICE, D.H.; BESSER, T.E.; HANCOCK, D.D. Epidemiology and virulence assessment of *Salmonella* Dublin. *Vet. Microbiol.*, v.56, p.11-24, 1997.
- SANTOS, R.L.; TSOLIS, R.M.; ZHANG, S. et al. *Salmonella*-induced cell death not required for enteritis in calves. *Infect. Immun.*, v.69, p.4610-4617, 2001.
- SANTOS, R.L.; TSOLIS, R.M.; BAÜMLER, A.J. et al. Hematologic and serum biochemical changes in *Salmonella* ser Typhimurium-infected calves. *Am. J. Vet. Res.*, v.63, p.1145-1150, 2002.
- SARWARI, A.R.; MAGDER, L.S.; LEVINE, P. et al. Serotype distribution of *Salmonella* isolates from food animals after slaughter differs from that isolates found in humans. *J. Infect. Dis.*, v.183, p.1295-1299, 2001.
- SLANINA, L.; BOMBA, A.; LEHOČKÝ, J. et al. Hemoconcentration in calves and its relation to the hematologic, protein, mineral and electrolyte profile. *Vet. Med.*, v.29, p.425-434, 1984.
- SMITH, B.P.; HABASHA, F.; REINA-GUERRA, M. et al. Bovine salmonellosis: experimental production and characterization of the disease in calves, using oral challenge with *Salmonella* Typhimurium. *Am. J. Vet. Res.*, v.40, p.1510-1513, 1979.
- SMITH, B.P.; OLIVER, D.G.; SINGH P. et al. Detection of *Salmonella* Dublin mammary gland infection in carrier cows, using an enzyme-linked immunosorbent assay for antibody in milk or serum. *Am. J. Vet. Res.*, v.50, p.1352-1360, 1989.
- THRALL, M.A. *Hematologia e Bioquímica Clínica Veterinária*. 1.ed. São Paulo: Roca, 2007. 592p.
- VELING, J.; BARKEMA, H.W.; SCHANS, I. et al. Herd-level diagnosis for *Salmonella enterica* subsp. *enterica* serovar Dublin infection in bovine dairy herds. *Prev. Vet. Med.*, v.53, p.31-42, 2002.
- WALKER, P.G.; CONSTABLE, P.D.; MORIN, D.E. et al. A reliable, practical and economical protocol for inducing diarrhea and severe desidration in the neonatal calf. *Can. J. Vet. Res.*, v.62, p.205-213, 1998.
- WRAY, C. Some haematological and blood biochemical findings during experimental *Salmonella* Typhimurium infection in calves. *Zentbl. Veterinarmed B*, v.27, p.365-373, 1980.
- WRAY, C.; DAVIES, R.H. *Salmonella* infections in cattle. In: WRAY, C.; WRAY A. (Eds.). *Salmonella in domestic animals*. Oxon: CABI Publishing, 2000. p.169-191.
- ZAR, J. H. *Biostatistical analysis*. 4.ed. New Jersey: Prentice Hall, 1999. 663p.