

## Efeito da idade sobre o equilíbrio ácido-básico de bezerras saudáveis no primeiro mês de vida

### Effect of age on the acid-base balance of healthy female calves in the first month of life

Júlio Augusto Naylor LISBÔA<sup>1</sup>; Fernando José BENESI<sup>2</sup>;  
Marta Lizandra do Rêgo LEAL<sup>2</sup>; Cynthia Maria Carpigiani TEIXEIRA<sup>2</sup>

CORRESPONDÊNCIA PARA:  
JÚLIO AUGUSTO NAYLOR LISBÔA  
Departamento de Clínicas Veterinárias  
Centro de Ciências Agrárias  
Universidade Estadual de Londrina -  
Campus Universitário  
86051-990 - Londrina - PR  
e-mail: janlisboa@uel.br

1- Departamento de Clínicas Veterinárias do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Estadual de Londrina, Londrina - PR  
2- Departamento de Clínica Médica da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da USP, São Paulo - SP

#### RESUMO

Para investigar o efeito da idade sobre o equilíbrio ácido-básico de bovinos neonatos, colheram-se amostras de sangue venoso de 300 bezerras saudáveis da raça Holandesa distribuídas por 15 grupos etários: do nascimento até 8 h; de 8 a 16 h; de 16 a 24 h; 2 d; 3 d; 4 d; 5 d; 6 e 7 d; 8 e 9 d; 10 e 11 d; 12 e 13 d; 14 e 15 d; 16 a 20 d; 21 a 25 d; e 26 a 30 d. Determinaram-se os valores de pH, pCO<sub>2</sub>, pO<sub>2</sub>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, TCO<sub>2</sub>, BE, StB e SatO<sub>2</sub>, testando-se o efeito da idade por meio da Análise de Variâncias. Nas bezerras em seu primeiro dia de idade, estudaram-se as correlações das variáveis com o tempo de vida em horas; e a influência da condição de parto (espontâneos contra auxiliados ou distócicos). O pH e a pCO<sub>2</sub> foram menor e maior, respectivamente, no primeiro grupo; e o BE e o StB mais reduzidos até 16 horas de vida, com uma tendência a aumentarem até o quinto dia. Ao longo do primeiro dia de vida o pH, o BE e o StB se elevaram e a pCO<sub>2</sub> diminuiu. A condição do parto não atuou, em geral, como um fator adicional de variação. Tais resultados reforçam as evidências de que o estado de acidose mista exibido ao nascimento tende a se reverter nos primeiros dias de vida; e comprovam que os valores das variáveis hemogasométricas mantêm-se estabilizados ao longo de todo o período neonatal restante.

**PALAVRAS-CHAVE:** Bezerro. Recém-nascido. Equilíbrio ácido-básico.

#### INTRODUÇÃO

O balanço ácido-básico dos bezerros neonatos é marcado por modificações consistentes ao início da vida extra-uterina, caracterizadas pelo desenvolvimento de um estado de acidose mista, com superposição dos componentes respiratório e metabólico, o qual tende a se resolver durante as primeiras 24 horas de vida<sup>4, 10, 17, 18, 19, 20, 26, 27</sup>. Sob condições não fisiológicas, relacionadas, em especial, aos partos distócicos e ao nascimento prematuro, estabelecem-se os quadros de asfixia precoce e tardia, sendo o desequilíbrio mais acentuado e a sua recuperação mais lenta<sup>5, 16, 19, 21, 26, 28</sup>. Passada esta fase inicial de adaptação do recém-nascido, é de se supor que se atinja um estágio de equilíbrio, no qual a concentração hidrogeniônica é mantida nos fluidos orgânicos como resultado da eficiência dos mecanismos homeostáticos<sup>9, 12, 13</sup>. As poucas pesquisas que se destinaram a investigar a veracidade deste princípio, acompanhando bezerros ao longo do seu período neonatal, compreendido entre o nascimento e os 30 dias de idade, não avançaram além do décimo dia<sup>8, 14</sup>, ou utilizaram amostras de sangue capilar<sup>3</sup>, as quais não são usualmente empregadas na rotina clínica.

Apoiando-se no argumento de Butler et al.<sup>8</sup>, os esforços para reconhecer os valores de referência das variáveis hemogasométricas nos bezerros neonatos, assim como as variações fisiológicas que as mesmas podem experimentar no decorrer das quatro primeiras semanas de vida são amplamente justificados, pois fornecem ao clínico a informação dos parâmetros de comparação necessários para uma adequada interpretação dos resultados.

Com base no anteriormente exposto e face à escassez de dados na literatura nacional<sup>1, 2, 11</sup>, o presente estudo foi desenvolvido com o objetivo de investigar o equilíbrio ácido-básico em bezerras saudáveis no seu primeiro mês de vida, assim como as possíveis variações relacionadas à idade.

#### MATERIAL E MÉTODO

Foram selecionadas para o estudo 300 bezerras da raça Holandesa, variedade preta e branca, no seu primeiro mês de vida, as quais eram criadas em 22 fazendas produtoras de leite dos tipos A e B, localizadas em 14 municípios no Estado de São Paulo. Estas propriedades possuíam um bom padrão de manejo sanitário, nutricional e de instalações do bezerreiro, assim como a prática de

registros individualizados do plantel. As bezerras permaneciam em alojamento individual quer em sistema de casinhas, quer em baias ou gaiolas, e recebiam quatro litros de leite por dia divididos em duas refeições, além de água e ração peletizada à vontade.

O resultado do exame clínico constituiu-se obrigatoriamente no primeiro critério de seleção, admitindo-se, para o estudo, somente os animais hígidos e sem histórico de doença recente. Foram avaliados e registrados as funções vitais, o estado de hidratação, a coloração das mucosas, a consistência das fezes, as características da região umbilical, os ruídos respiratório e cardíaco, e, particularmente nos recém-nascidos, os reflexos palpebral e interdigital. Registraram-se, ainda, as informações referentes à hora precisa do parto e à condição do mesmo.

As bezerras selecionadas foram distribuídas, de acordo com a faixa etária, em 15 grupos experimentais compostos por 20 animais cada e assim definidos: do nascimento até 8 horas de vida; de 8 até 16 horas; de 16 até 24 horas; 2 dias de idade (24 a 48 horas); 3 dias (48 a 72 horas); 4 dias (72 a 96 horas); 5 dias (96 a 120 horas); 6 e 7 dias; 8 e 9 dias; 10 e 11 dias; 12 e 13 dias; 14 e 15 dias; de 16 a 20 dias; de 21 a 25 dias; e de 26 a 30 dias de vida. Considerando as bezerras nas primeiras 24 horas de vida e a condição de parto do qual se originaram, estabeleceram-se, adicionalmente, dois grupos: parto auxiliado ou distócico (n=15); e parto eutócico (n=30) respeitando-se a equivalência de idade (horas de vida) com os indivíduos do grupo anterior. Consideraram-se eutócicos os partos nos quais a expulsão se deu de forma absolutamente espontânea. Nos auxiliados ou distócicos houve necessidade de intervenção, caracterizando-se, respectivamente, por manobras obstétricas rápidas realizadas por um só homem, ou mais demoradas requerendo a força de dois ou três homens.

Colheram-se, de cada animal, duas amostras de sangue mediante punção da veia jugular, destinadas, respectivamente, aos exames hematológico e hemogasométrico. A primeira consistiu em um total de 5 mL, empregando-se tubo a vácuo siliconizado contendo, como anticoagulante, o EDTA tripotássico, e agulha descartável 25 x 8 mm, ambos do sistema Vacutainer®. Para a obtenção da segunda amostra, composta por 2 mL de sangue, utilizou-se agulha descartável 25 x 8 mm, acoplada firmemente a uma seringa plástica com capacidade para 3 mL, a qual possuía o seu espaço morto (estimado como de aproximadamente 0,08 mL) previamente preenchido com cerca de 400 UI de heparina sódica (Liquemine – ROCHE).

Durante a colheita, manipulação e transporte das amostras para a hemogasometria, foram obedecidas normas com o intuito de prevenirem-se erros nos resultados. O animal era contido em estação não sendo permitido que se

movimentasse excessivamente, e o êmbolo da seringa era tracionado lentamente, sem garroteamento exagerado do vaso, até completar-se o volume de 2,5 mL, evitando-se o surgimento de bolhas de ar junto ao sangue. Estas, quando presentes, eram, em seguida, eliminadas por completo, ao se desprezarem cerca de 0,5 mL, posicionando-se a seringa na vertical com a agulha voltada para cima. Deste momento em diante, a agulha permanecia vedada, com a sua extremidade inserida em uma rolha de borracha, mantendo-se a amostra em condição de anaerobiose. Para a conservação do material as seringas foram mantidas submersas em banho de água gelada, entre zero e 4°C, desde a colheita até o momento do processamento. Utilizou-se caixa térmica de poliestireno expandido (Isopor®), contendo aproximadamente 2 kg de gelo reciclável e 1 a 1,5 L de água. Este método de conservação comprovou-se capaz de manter a viabilidade das amostras por até seis horas após a sua colheita<sup>15</sup>. No presente estudo, raramente as determinações foram realizadas em amostras colhidas há mais do que quatro horas.

A determinação do volume globular (VG), a dosagem da hemoglobina (Hb) e a contagem total de leucócitos foram realizadas segundo os métodos tradicionais<sup>7</sup>. Os resultados do VG e da contagem total de leucócitos constituíram o segundo critério de seleção das bezerras estudadas, admitindo-se, respectivamente, como fisiológicos, os intervalos de 25 a 40% e de 4.000 a 14.000 células/mm<sup>3</sup>. Descartaram-se, portanto, todos os resultados dos animais considerados anteriormente sadios a julgar pelo exame clínico, cujos valores se apresentaram fora destes limites de variação.

As variáveis hemogasométricas compreenderam o pH, as pressões parciais de dióxido de carbono (pCO<sub>2</sub>) e de oxigênio (pO<sub>2</sub>), a concentração de bicarbonato no plasma (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>), o dióxido de carbono total no plasma (TCO<sub>2</sub>), o excesso de bases no sangue (BE), a concentração de bicarbonato padrão no sangue (StB), e a saturação de oxigênio no sangue (SatO<sub>2</sub>). Estas determinações foram realizadas pelo analisador de pH e gases sanguíneos (ABL 330 e ABL5 – Radiometer, Copenhagen), o qual é capaz de mensurar o pH, a pCO<sub>2</sub> e a pO<sub>2</sub>, por meio de um sistema de eletrodos<sup>24</sup>, e de calcular, automaticamente, os valores das demais variáveis, ao empregar as fórmulas descritas por Siggaard-Andersen<sup>25</sup>.

Em seguida à introdução da alíquota de sangue necessária (0,8 mL) no hemogasômetro, foram fornecidas ao seu sistema de computador as informações dos valores da Hb e da temperatura retal que o animal referente à amostra exibia no momento da colheita. Tais informações possuem o caráter de correção dos valores assumidos como padrão pelo aparelho, e relativos à espécie humana, a saber: 37°C e 15,0 g/dL, para a temperatura e Hb, respectivamente.

O efeito da idade foi verificado por meio da análise de

variâncias considerando-se um experimento inteiramente aleatório com um fator (idade), em 15 níveis diferentes (grupos etários). Testaram-se os contrastes entre os pares de médias por meio do teste de Tukey, com o cálculo da diferença mínima significativa, admitindo-se uma probabilidade de erro de 5% <sup>6</sup>. No estudo do efeito da condição de parto considerou-se um delineamento com duas amostras independentes, empregando-se o teste t, com uma probabilidade de erro de 5%. Calcularam-se os coeficientes de correlação linear entre o tempo em horas pós-nascimento e os valores das variáveis apresentados pelas 60 bezerras no seu primeiro dia de vida <sup>6</sup>.

## RESULTADOS

O efeito do fator etário provou-se significativo ( $p < 0,05$ ) para a  $p\text{CO}_2$ , o  $\text{HCO}_3^-$  e o  $\text{TCO}_2$ , e altamente significativo ( $p < 0,001$ ) para o pH, o BE e o StB. A idade não influenciou, contudo, a  $p\text{O}_2$  ( $p = 0,07$ ) e a  $\text{SatO}_2$  ( $p = 0,11$ ). Os resultados dos contrastes entre os grupos encontram-se apresentados nas Tab. 1 e 2.

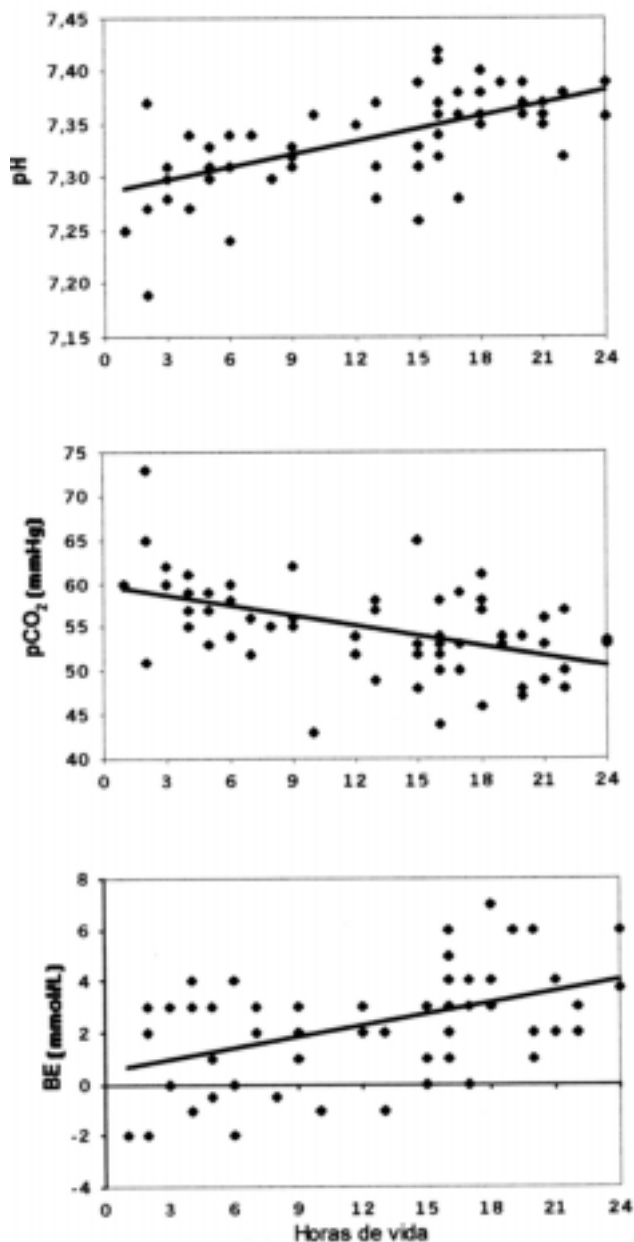
O pH e a  $p\text{CO}_2$  apresentaram um comportamento peculiar nas bezerras entre o nascimento e oito horas de vida, observando-se, respectivamente, valores mais baixos e mais altos do que aqueles exibidos pelos animais que compuseram os demais grupos etários (Tab. 1). Quanto às variáveis  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{TCO}_2$ , BE e StB, as quais representam, em conjunto, o componente metabólico do equilíbrio ácido-básico, destacaram-se, como diferenças significativas, os valores mais elevados nas bezerras com cinco dias de idade em comparação aos daquelas entre o nascimento e 16 horas de vida (Tab. 2).

Com exceção da  $p\text{O}_2$ , do  $\text{TCO}_2$  e da  $\text{SatO}_2$ , as variáveis estudadas apresentaram correlação com o tempo de vida em horas após o nascimento ( $p < 0,001$ ), nas bezerras em seu primeiro dia de idade. O pH ( $r = 0,609$ ), o BE ( $r = 0,449$ ) e o StB ( $r = 0,463$ ) se elevaram ao longo das 24 horas, sendo o contrário observado para a  $p\text{CO}_2$  ( $r = -0,485$ ). Cabe salientar que, no caso do  $\text{HCO}_3^-$ , o coeficiente foi muito baixo ( $r = 0,278$ ), apesar de estatisticamente significativo ( $p < 0,05$ ). A Fig. 1 ilustra as observações do pH, da  $p\text{CO}_2$  e do BE.

Por fim, pode-se apreciar na Tabela 3 que as bezerras originadas por partos auxiliados ou distócicos apresentaram valores médios de pH inferiores aos dos animais produtos de partos eutócicos, bem como uma tendência a valores mais elevados de  $p\text{CO}_2$ . As outras variáveis não diferiram significativamente de acordo com a condição de parto considerada.

## DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

Os resultados obtidos nas bezerras recém-nascidas estão de acordo com outras citações, as quais apontaram os



**Figura 1**

Correlações entre a idade em horas pós-nascimento e os valores de pH, pressão parcial de dióxido de carbono ( $p\text{CO}_2$ ) e excesso de bases (BE) observados no sangue venoso de bezerras sadias da raça Holandesa nas primeiras 24 horas de vida ( $n = 60$ ).

achados em bezerros sadios exibindo boa vitalidade ao nascimento <sup>4, 17, 18, 19, 20, 26, 27</sup>, e reforçam o conceito de que os bezerros nascem naturalmente acidóticos, condição esta que se reverte com o início da atividade respiratória e do mecanismo de filtração renal, em obediência ao novo padrão de circulação sanguínea agora instalado <sup>5, 28</sup>.

A hipercapnia é uma condição bem documentada no

**Tabela 1**

Média (x), desvio padrão (s), e comparação entre grupos para pH, pressões parciais de dióxido de carbono (pCO<sub>2</sub>) e de oxigênio (pO<sub>2</sub>) e saturação de oxigênio (SatO<sub>2</sub>) observados no sangue venoso de bezerras saudas da raça Holandesa, agrupadas de acordo com a idade, do nascimento até os 30 dias de vida. São Paulo, 2000.

Grupo	Tempo de vida	n	pH		pCO (mmHg)		pO (mmHg)		SatO (%) <sup>2</sup>	
			x	s	x	s	x	s	x	s
1	até 8h	20	7,304 <sup>b</sup>	0,043	58,35 <sup>a</sup>	4,94	26,65	5,27	37,10	12,39
2	8 a 16h	20	7,342 <sup>a</sup>	0,040	53,45 <sup>b</sup>	5,31	26,50	3,90	38,80	10,11
3	16 a 24h	20	7,366 <sup>a</sup>	0,028	52,98 <sup>b</sup>	4,21	26,31	4,77	39,73	11,57
4	2d	20	7,350 <sup>a</sup>	0,028	53,67 <sup>b</sup>	4,62	28,35	4,99	41,93	10,78
5	3d	20	7,354 <sup>a</sup>	0,027	53,64 <sup>b</sup>	4,59	27,52	3,41	40,45	8,99
6	4d	20	7,366 <sup>a</sup>	0,025	53,30 <sup>b</sup>	4,48	28,04	3,47	42,77	8,03
7	5d	20	7,361 <sup>a</sup>	0,027	54,95 <sup>b</sup>	3,51	25,03	5,22	36,44	12,09
8	6 e 7d	20	7,357 <sup>a</sup>	0,034	54,38 <sup>b</sup>	4,65	27,04	6,89	39,82	15,12
9	8 e 9d	20	7,356 <sup>a</sup>	0,032	54,35 <sup>b</sup>	5,41	29,27	6,49	44,62	14,85
10	10 e 11d	20	7,352 <sup>a</sup>	0,037	52,55 <sup>b</sup>	4,85	30,18	6,68	46,02	14,60
11	12 e 13d	20	7,357 <sup>a</sup>	0,027	52,29 <sup>b</sup>	4,25	29,21	4,38	44,46	10,05
12	14 e 15d	20	7,347 <sup>a</sup>	0,020	53,42 <sup>b</sup>	3,36	27,87	4,90	41,16	11,14
13	16 a 20d	20	7,356 <sup>a</sup>	0,032	54,59 <sup>b</sup>	5,48	29,63	4,88	46,10	10,60
14	21 a 25d	20	7,361 <sup>a</sup>	0,022	52,37 <sup>b</sup>	3,23	28,87	4,59	45,25	10,51
15	26 a 30d	20	7,356 <sup>a</sup>	0,034	54,22 <sup>b</sup>	4,61	29,15	5,23	44,99	12,42
Total	nascimento até 30d	300	7,352	0,034	53,90	4,67	27,98	5,18	41,98	11,86

<sup>a, b</sup> contraste entre grupos (p < 0,05).

**Tabela 2**

Média (x), desvio padrão (s) e comparação entre grupos para bicarbonato (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>), dióxido de carbono total (TCO<sub>2</sub>), excesso de bases (BE) e bicarbonato padrão (StB) observados no sangue venoso de bezerras saudas da raça Holandesa, agrupadas de acordo com a idade, do nascimento até os 30 dias de vida. São Paulo, 2000.

Grupo	Tempo de vida	n	HCO <sup>-</sup> (mmol/L)		TCO (mmol/L)		BE (mmol/L)		StB (mmol/L)	
			x	s	x	s	x	s	x	s
1	até 8h	20	27,45 <sup>b</sup>	1,64	29,25 <sup>ab</sup>	1,80	1,30 <sup>c</sup>	2,10	24,70 <sup>c</sup>	1,75
2	8 a 16h	20	27,45 <sup>b</sup>	1,90	28,90 <sup>b</sup>	1,83	1,95 <sup>bc</sup>	1,82	25,35 <sup>bc</sup>	1,69
3	16 a 24h	20	28,96 <sup>ab</sup>	2,06	30,43 <sup>ab</sup>	2,35	3,78 <sup>ab</sup>	2,01	26,95 <sup>ab</sup>	1,93
4	2d	20	28,21 <sup>ab</sup>	2,08	29,71 <sup>ab</sup>	2,26	3,04 <sup>abc</sup>	2,18	26,16 <sup>abc</sup>	1,86
5	3d	20	28,34 <sup>ab</sup>	2,48	29,87 <sup>ab</sup>	2,52	3,13 <sup>abc</sup>	2,32	26,27 <sup>abc</sup>	2,01
6	4d	20	28,98 <sup>ab</sup>	2,32	30,54 <sup>ab</sup>	2,52	3,99 <sup>ab</sup>	2,22	26,85 <sup>ab</sup>	1,92
7	5d	20	29,69 <sup>a</sup>	2,18	31,28 <sup>a</sup>	2,30	4,46 <sup>a</sup>	2,22	27,55 <sup>a</sup>	2,11
8	6 e 7d	20	29,12 <sup>ab</sup>	2,10	30,47 <sup>ab</sup>	2,17	3,84 <sup>ab</sup>	2,08	27,04 <sup>ab</sup>	1,87
9	8 e 9d	20	28,86 <sup>ab</sup>	2,40	30,49 <sup>ab</sup>	2,33	3,67 <sup>ab</sup>	2,20	26,88 <sup>ab</sup>	2,08
10	10 e 11d	20	27,65 <sup>ab</sup>	2,35	29,24 <sup>ab</sup>	2,28	2,54 <sup>abc</sup>	2,25	25,86 <sup>abc</sup>	1,81
11	12 e 13d	20	27,93 <sup>ab</sup>	2,62	29,29 <sup>ab</sup>	2,83	2,85 <sup>abc</sup>	2,75	26,11 <sup>abc</sup>	2,45
12	14 e 15d	20	27,89 <sup>ab</sup>	2,45	29,31 <sup>ab</sup>	2,55	2,46 <sup>abc</sup>	2,43	25,90 <sup>abc</sup>	2,22
13	16 a 20d	20	29,10 <sup>ab</sup>	2,48	30,65 <sup>ab</sup>	2,64	3,85 <sup>ab</sup>	2,35	27,00 <sup>ab</sup>	2,06
14	21 a 25d	20	28,36 <sup>ab</sup>	1,91	29,91 <sup>ab</sup>	2,00	3,25 <sup>abc</sup>	1,94	26,59 <sup>abc</sup>	1,65
15	26 a 30d	20	29,02 <sup>ab</sup>	2,09	30,50 <sup>ab</sup>	2,18	3,76 <sup>ab</sup>	2,14	26,96 <sup>ab</sup>	2,01
Total	nascimento até 30d	300	28,47	2,27	29,99	2,36	3,19	2,31	26,41	2,06

<sup>a, b, c</sup> contraste entre grupos (p < 0,05).

recém-nascido bovino, e tende a se reverter, de forma gradativa e completa, ao longo do primeiro ou do segundo dia de vida<sup>4, 17, 18, 19, 26, 27</sup>. O problema se inicia nos momentos finais da vida intra-uterina, em função do comprometimento da circulação placentária que se instala com as contrações do miométrio

durante o trabalho de parto. E a recuperação se estabelece com o início e continuidade da função respiratória assumida pelo indivíduo, tão logo se encontre livre do ambiente uterino<sup>5, 28</sup>. Com base nos princípios gerais da homeostase ácido-básica<sup>9, 12</sup>, deve-se entender a estreita relação entre a

**Tabela 3**

Comparação entre os valores médios ( $\bar{x} \pm s$ ) das variáveis hemogasométricas observados no sangue venoso de bezerras sadias da raça Holandesa nas primeiras 24 horas de vida, agrupadas de acordo com a condição de parto do qual se originaram. São Paulo, 2000.

Variável	Condição de parto	
	Eutócico	Auxiliado ou distócico
n	30	15
Horas de vida	11,16 ± 6,37	10,67 ± 6,34
pH*	7,340 ± 0,036	7,315 ± 0,049
pCO (mmHg) †	54,66 ± 4,14	57,21 ± 6,03
pO <sub>2</sub> (mmHg)	26,66 ± 4,28	25,96 ± 5,16
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mmol/L)	28,03 ± 2,02	27,84 ± 2,05
TCO <sub>2</sub> <sup>3</sup> (mmol/L)	29,66 ± 2,09	29,30 ± 2,29
BE (mmol/L)	2,43 ± 2,12	1,72 ± 2,34
StB (mmol/L)	25,70 ± 1,95	25,18 ± 2,16
SatO <sub>2</sub> (%)	38,96 ± 10,60	36,58 ± 11,82

\* p < 0,05

† 0,05 < p < 0,10

hipercapnia e a acidemia, pois, de fato, o componente respiratório tem grande responsabilidade pelo estado de acidose que se apresenta no recém-nascido. O retorno ao equilíbrio é alcançado à medida em que as trocas gasosas promovem a eliminação do CO<sub>2</sub> acumulado. Isto explica a interdependência entre os comportamentos observados para o pH e a pCO<sub>2</sub> (Tab. 1).

Os teores reduzidos de HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, TCO<sub>2</sub>, BE e StB em bezerras ao nascimento, e a sua elevação nas primeiras horas de vida, comprovam que os recém-nascidos apresentam-se à vida extra-uterina exibindo um estado de acidose mista, com origens respiratória e metabólica<sup>4, 17, 18, 19, 26, 27</sup>. A hiperlactatemia pode ser responsabilizada como a causa do desequilíbrio metabólico<sup>10, 19</sup>, o qual se inicia e se acentua durante a fase expulsiva do parto, sendo a elevação do lactato simultânea ao agravamento da acidemia<sup>21</sup>. Nos momentos que antecedem o nascimento, o feto é obrigado a suportar uma condição de hipoxemia em virtude do prejuízo nas trocas gasosas materno-fetais. A maior taxa de metabolismo anaeróbico com a geração do ácido láctico é, portanto, o resultado final deste evento.

Sob circunstâncias fisiológicas o equilíbrio ácido-básico é novamente restabelecido, e a normalização do componente metabólico, traduzida pela elevação gradual de HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, TCO<sub>2</sub>, BE e StB, acompanha as simultâneas correções da acidemia e da hipercapnia durante o primeiro dia de idade<sup>5, 28</sup>. Tal fato ficou bem caracterizado nas bezerras ao se demonstrarem as elevações do pH, do BE e do StB, e a redução da pCO<sub>2</sub> ao longo do primeiro dia de vida (Fig. 1), o que espelha o sucesso da adaptação à vida fora do ambiente uterino e condiz com o estado de higidez das mesmas.

Com base nestes conceitos poder-se-ia considerar que a tendência observada para o HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, TCO<sub>2</sub>, BE e StB a

descreverem uma curva ascendente até o quinto dia, a partir de valores mais baixos em momentos próximos ao nascimento (Tab. 2), foi prolongada em demasia. Contudo, os resultados de outros pesquisadores reafirmam que este pode ser justamente o comportamento fisiológico esperado para as variáveis em questão, sugerindo que a reserva alcalina pode continuar se elevando nos bezerras sadios ao longo da primeira semana de vida<sup>3, 4, 14</sup>. Os resultados de Angelov et al.<sup>3</sup> comprovaram que a estabilização dos parâmetros ácido-básicos, representados pelo pH, pCO<sub>2</sub>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, TCO<sub>2</sub>, BE e StB, só foi alcançada no quinto dia de idade, e coincidiu com a redução máxima das concentrações sanguíneas de lactato e de piruvato, as quais eram muito altas ao nascimento. Tais oscilações levaram estes pesquisadores a sugerir a possibilidade de que a recuperação do estado de acidose mista presente no início da vida só ocorra de forma completa e definitiva por volta do terceiro ao quinto dia de idade.

Em princípio, a hipótese contrária o conceito clássico de que o retorno à condição de equilíbrio se dê ao longo das 24 horas após o nascimento<sup>17, 18, 19, 26, 27</sup>. Todavia, vale lembrar que os referidos autores não estenderam os seus períodos de observação experimental além do primeiro ou do segundo dia de vida. Poder-se-ia suspeitar, portanto, que as respostas mais marcantes, frente ao estado de acidose presente, ocorram nas primeiras 24 horas de vida, sendo alguns dias ainda necessários para que, de fato, se completem as adaptações metabólicas no organismo do recém-nascido. Do ponto de vista fisiológico o raciocínio anterior é bastante plausível, cumprindo observar que nos quadros de acidose com origem metabólica os mecanismos de compensação respiratórios operam de imediato. A correção, no entanto, só é possível com a secreção tubular de H<sup>+</sup> e a concomitante reabsorção de HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, e estes mecanismos renais requerem alguns dias para alcançar o máximo de sua capacidade e eficiência<sup>9, 12, 13</sup>.

Quanto ao BE, pode-se afirmar que as bezerras exibiram, no seu primeiro mês de vida, um valor médio geral de 3,19 mmol/L, sendo -1,44 e 7,82 mmol/L os limites inferior e superior, respectivamente, do intervalo de variação (Tab. 2). Face a esta evidência não seria coerente aceitar, como fisiológico para bezerras neonatos, o intervalo de -4,0 a 4,0 mmol/L, considerado para a espécie humana e tão frequentemente mencionado na literatura<sup>9, 12</sup>. Os limites inferiores de variação sugeridos para bovinos da ordem de -3,5 mmol/L<sup>23</sup> e de -4,4 mmol/L<sup>22</sup> são também dissonantes dos achados do presente trabalho. Mesmo em se considerando as primeiras horas de vida, os valores negativos do BE foram encontrados com uma frequência muito reduzida nas bezerras estudadas (Fig. 1). Parece razoável admitir, portanto, que os valores situados abaixo de -1,5 mmol/L possam ser interpretados como indicativos de uma situação não fisiológica. Por outro lado, em virtude da maior reserva alcalina destes animais, os valores positivos relativamente elevados não deveriam ser encarados com muita suspeição.

Ao contrário das variáveis já mencionadas a pO<sub>2</sub> e a

SatO<sub>2</sub> não sofreram influência significativa da idade, sendo possível perceber, contudo, uma tendência a valores um pouco mais reduzidos durante a primeira semana de vida (Tab. 1). Este comportamento ficou bem caracterizado por Angelov et al.<sup>3</sup> ao trabalharem com o sangue capilar, refletindo uma fase inicial de adaptação do organismo, na qual os neonatos ainda não desenvolveram uma capacidade plena de ventilação pulmonar. Obviamente, estas modificações com o avançar da idade seriam demonstradas com maior fidelidade em amostras de sangue arterial, e os resultados no sangue venoso não permitem esclarecimentos maiores por não poderem espelhar tais variações fisiológicas.

Os resultados apontados na Tab. 3 contradizem parcialmente as evidências de que no caso das distocias os bezerros exibem, ao nascimento, uma acidose mista muito mais acentuada como consequência do distúrbio mais severo e prolongado da circulação placentária, sendo o restabelecimento do equilíbrio alcançado de forma mais lenta e tardia<sup>5, 19, 20, 26, 27, 28</sup>. É necessário esclarecer, entretanto, que do total das 15 partições consideradas como não fisiológicas, somente três trataram-se realmente de partos distócicos,

resolvidos por manobras mais demoradas e requerendo a força de dois ou três homens. Além disso, os resultados em discussão se referem a animais que possuíam 10 a 11 horas de vida, em média. Nestas circunstâncias, mesmo nos casos dos partos complicados, os desequilíbrios, originalmente graves, já poderiam estar em boa parte amenizados<sup>16, 19, 26, 27</sup>. Presume-se, portanto, que as possíveis diferenças seriam mais facilmente identificadas quanto mais próximo ao parto tivessem sido colhidas as amostras. É importante destacar, por fim, que a condição do parto que deu origem às bezerras estudadas não atuou como uma fonte de variação adicional das variáveis hemogasométricas nos animais em seu primeiro dia de vida.

Em suma, os valores estabelecidos neste trabalho foram, de forma geral, compatíveis com os referidos na literatura<sup>1, 2, 4, 8, 11, 14, 17, 19, 22, 23</sup>, e podem ser considerados como de referência, variando dentro de limites fisiológicos e caracterizando uma condição de equilíbrio ácido-básico nos bezerros neonatos saudáveis. As flutuações mais marcantes foram observadas nos primeiros dias de vida, instalando-se, a seguir, um estado de estabilização geral, o qual se manteve ao longo de todo o período neonatal restante.

## SUMMARY

Venous blood samples of 300 healthy female Holstein calves were used to study the effect of the age on the acid-base balance in the neonatal period. The calves were divided in 15 age groups: from birth to 8 h; 8 to 16 h; 16 to 24 h; 2 d; 3 d; 4 d; 5 d; 6 and 7 d; 8 and 9 d; 10 and 11 d; 12 and 13 d; 14 and 15 d; 16 to 20 d; 21 to 25 d; and 26 to 30 d. Blood pH, pCO<sub>2</sub>, pO<sub>2</sub>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, TCO<sub>2</sub>, BE, StB and SatO<sub>2</sub> values were measured and the results were analysed through ANOVA. The correlation between the variables and age in the first day of life was studied. The influence of the type of parturition (normal versus assisted or dystocic) on the acid-base status was compared. Blood pH and pCO<sub>2</sub> values were respectively lower and higher in the first age group; BE and StB were reduced in the first 16 h of life, showing a trend to increase up to the 5<sup>th</sup> day of life. The older the calf, in the first day of life, the higher the blood pH, BE, and StB; the lower the blood pCO<sub>2</sub>. Few changes occurred in the acid-base status of calves born from different types of parturition. These results reinforced the evidence that mixed acidosis presented at birth tend to be reverted during the first days of life. The acid-base variables remained stable along the rest of the neonatal period.

**KEY-WORDS:** Calf. Infant. Newborn. Acid-base equilibrium.

## REFERÊNCIAS

- 1- ALMEIDA, C. T. **Valores do pH, pCO<sub>2</sub>, pO<sub>2</sub>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup> e Cl<sup>-</sup> no sangue de bovinos da raça Nelore**, 1978. 53 f. Dissertação (Mestrado) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- 2- ALMEIDA, C. T. **Valores do pH, PO<sub>2</sub>, PCO<sub>2</sub>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> e níveis de sódio, potássio e cloretos no sangue de bovinos das raças Gir e Guzerá**, 1985. 70 f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.
- 3- ANGELOV, G.; ANGELOV, A.; SLAVOV, E.; SPASSOVA, V. Age dynamics of acid-base balance and some biochemical indices in calves. **Veterinarski Arhiv**, v. 66, n. 5, p. 173-180, 1996.
- 4- BENESI, F. J. **Hematologia de bezerros recém-nascidos**. Influência da asfíxia neonatal, do tipo de parto e da ingestão de colostro sobre a crise sangüínea, 1992. 126 f. Tese (Livre Docência) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- 5- BENESI, F. J. Síndrome asfíxia neonatal dos bezerros. Importância e avaliação crítica. **Arquivos da Escola de Medicina Veterinária da Universidade Federal da Bahia**, v. 16, n. 1, p. 38-48, 1993.
- 6- BERQUÓ, E. S.; SOUZA, J. P. M.; GOTLIEB, L. D. **Bioestatística**. São Paulo: EPU, 1980. 325 p.
- 7- BIRGEL, E. H. Hematologia clínica veterinária. In: BIRGEL, E. H.; BENESI, F. J. **Patologia clínica veterinária**. São Paulo: Sociedade Paulista de Medicina Veterinária, 1982. p. 2-50.
- 8- BUTLER, D. G.; WILLOUGHBY, R. A.; McSHERRY, B. J. Studies on diarrhea in neonatal calves. III. Acid-base and serum electrolyte values in normal calves from birth to ten days of age. **Canadian Journal of Comparative Medicine**, v. 35, n. 1, p. 36-39, 1971.
- 9- DAVENPORT, H. W. **ABC da química ácido-básica do sangue**. 5. ed. São Paulo: Atheneu, 1973. 127 p.

LISBÔA, J.A.N.; BENESI, F.J.; LEAL, M.L.R.; TEIXEIRA, C.M.C. Efeito da idade sobre o equilíbrio ácido-básico de bezerras sadias no primeiro mês de vida. **Braz. J. vet. Res. anim. Sci.**, São Paulo, v.39, n.3, p. 136-142, 2002.

- 10- DUFTY, J. H.; SLOSS, V. Anoxia in the bovine foetus. **Australian Veterinary Journal**, v. 53, n. 6, p. 262-267, 1977.
- 11- GONÇALVES, R. C.; KUCHEMBOCK, M. R. G.; ALMEIDA, C. T.; LOPES, R. S.; KOHAYAGAWA, A.; CURI, P. R.; LISBÔA, J. A. N. Diarréia em bezerras: estudo clínico e laboratorial. **Veterinária e Zootecnia**, v. 3, n. 1, p. 35-44, 1991.
- 12- HASKINS, S. C. An overview of acid-base physiology. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 170, n. 4, p. 423-428, 1977.
- 13- HOUP, R. T. Water, electrolytes, and acid-base balance. In: SWENSON, M. J. **Duke's physiology of domestic animals**. 10. ed. Ithaca: Cornell University Press, 1984. p. 486-506.
- 14- LECHOWSKI, R. Changes in the profile of liver enzymes in newborn calves induced by experimental, subclinical acidosis in pregnant cows and osmotic diarrhoea. **Veterinary Research Communications**, v. 20, n. 4, p. 351-365, 1996.
- 15- LISBÔA, J. A. N.; BENESI, F. J.; MARUTA, C. A.; MIRANDOLA, R. M. S.; TEIXEIRA, C. M. C. Tempo de viabilidade de amostras de sangue venoso bovino destinadas ao exame hemogasométrico, quando mantidas sob conservação em água gelada. **Ciência Rural**, v. 31, n. 2, p. 271-276, 2001.
- 16- MAURER-SCHWEISER, H.; WALSER, K. Azidose und klinischer Zustand bei asphyktischen Kälbern. **Berliner und Münchener Tierärztliche Wochenschrift**, v. 90, n. 18-19, p. 364-366; 369-371, 1977.
- 17- MAURER-SCHWEISER, H.; WILHELM, U.; WALSER, K. Blutgase und Säure-Basen-Haushalt bei lebensfrischen Kälbern in den ersten 24 Lebensstunden. **Berliner und Münchener Tierärztliche Wochenschrift**, v. 90, n. 10, p. 192-196, 1977.
- 18- MAURER-SCHWEISER, H.; WILHELM, U.; WALSER, K. Blutgas- und Säure-Basen-Verhältnisse bei lebensfrischen Kaiserschnittkälbern in den ersten 24 Lebensstunden. **Berliner und Münchener Tierärztliche Wochenschrift**, v. 90, n. 11, p. 215-218, 1977.
- 19- MOORE, W. N. Acid-base and electrolyte changes in normal calves during the neonatal period. **American Journal of Veterinary Research**, v. 30, n. 7, p. 1133-1138, 1969.
- 20- MÜLLING, M.; HENNING, H. J.; MARCKS, C. Aktuelle pH-Werte im Blut neugeborener Kälber. **Tierärztliche Umschau**, v. 27, n. 4, p. 180-181, 1972.
- 21- MÜLLING, M.; WAIZENHÖFER, H.; BRATTIG, B. Glucose-, Laktat- und pH akt.-Werte bei Kühen und Kälbern während und unmittelbar nach der Geburt. **Berliner und Münchener Tierärztliche Wochenschrift**, v. 92, n. 6, p. 111-117, 1979.
- 22- ROUSSEL, A. J.; COHEN, N. D.; HOLLAND, P. S.; TALIAOFERRO, L.; GREEN, R.; BENSON, P.; NAVARRE, C. B.; HOOPER, R. N. 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.
- 23- SCHOTMAN, A. J. H. The acid-base balance in clinically healthy and diseased cattle. **Netherland Journal of Veterinary Science**, v. 4, n. 1, p. 5-23, 1971.
- 24- SEVERINGHAUS, J. W.; BRADLEY, A. F. Electrodes for pO<sub>2</sub> and pCO<sub>2</sub> determination. **Annales of Applied Physiology**, v. 13, n. 6, p. 515-520, 1958.
- 25- SIGGAARD-ANDERSEN, O. Blood acid-base alignment nomogram. Scales for pH, pCO<sub>2</sub>, base excess of whole blood of different hemoglobin concentrations, plasma bicarbonate, and plasma total CO<sub>2</sub>. **Scandinavian Journal of Clinical Laboratory Investigations**, v. 15, n. 3, p. 211-220, 1963.
- 26- SZENCI, O. Role of acid-base disturbances in perinatal mortality of calves. (A summary of thesis). **Acta Veterinaria Hungarica**, v. 33, n. 3-4, p. 205-220, 1985.
- 27- SZENCI, O.; TORÖS, I.; SÁRI, A. Changes of acid-base balance in Holstein-Friesian calves during the first two days after birth. **Acta Veterinaria Hungarica**, v. 29, n. 2, p. 143-151, 1981.
- 28- WALSER, K.; MAURER-SCHWEISER, H. Acidosis and clinical state in depressed calves. In: HOFFMANN, B.; MASON, I. L.; SCHMIDT, J. **Calving problems and early viability of the calf**. Current topics in veterinary medicine and animal science. The Hague : Martinus Nijhoff, 1979. v. 4, p. 551-563.

Recebido para publicação: 12/11/2001

Aprovado para publicação: 19/03/2002