

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS  
ESCOLA DE VETERINÁRIA  
Colegiado dos Cursos de Pós-Graduação**

**PERFIL HIDROELETROLÍTICO, ÁCIDO-  
BASE, METABÓLICO E MINERAL DE  
VACAS DA RAÇA HOLANDESA NO PÓS-  
PARTO E AVALIAÇÃO DA FLUIDOTERAPIA  
ORAL**

**HÉLIO MARTINS DE AQUINO NETO**

**BELO HORIZONTE**

**2012**

HÉLIO MARTINS DE AQUINO NETO

PERFIL HIDROELETROLÍTICO, ÁCIDO-BASE,  
METABÓLICO E MINERAL DE VACAS DA  
RAÇA HOLANDESA NO PÓS-PARTO E  
AVALIAÇÃO DA FLUIDOTERAPIA ORAL

Tese apresentada ao Departamento de Clínica e Cirurgia Veterinárias da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do grau de Doutor em Ciência Animal.

Área de Concentração: Clínica e Cirurgia Veterinárias

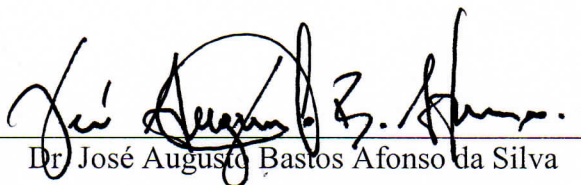
Orientador: Elias Jorge Facury Filho

Belo Horizonte  
Escola de Veterinária - UFMG  
2012

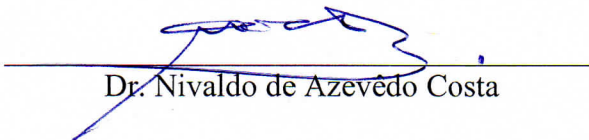
Tese defendida e aprovada em 21 de dezembro de 2012, pela Comissão Examinadora  
constituída por:



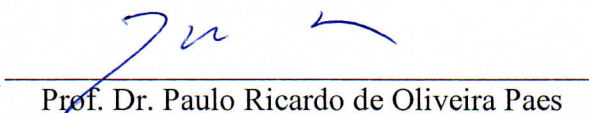
Prof. Dr. Elias Jorge Facury Filho  
(Orientador)



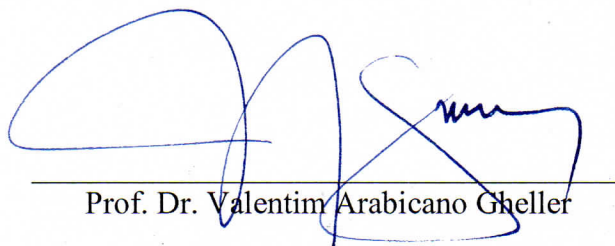
Dr. José Augusto Bastos Afonso da Silva



Dr. Nivaldo de Azevêdo Costa



Prof. Dr. Paulo Ricardo de Oliveira Paes



Prof. Dr. Valentim Arabicano Gheller

Dedico este trabalho aos meus pais,  
Hélder e Nádia, meus irmãos Diogo,  
Gabriela e Daniele e ao meu avô Hélio.

---

---

## AGRADECIMENTOS

---

---

A Deus, por me proporcionar esta passagem terrena repleta de saúde, família, amigos, oportunidades e conhecimento, dando-me desta forma a capacidade de melhorar um pouquinho a cada dia, em todos os sentidos.

Aos meus pais Hélder e Nádia, meus irmãos Diogo, Gabriela e Daniele, e aos meus avós Hélio e Vanilda (*in memorian*), Agnelo (*in memorian*) e Terezinha (*in memorian*), pela educação, pelo incentivo, pelo amor, pela paciência, pela saudade... enfim, por todos os sentimentos e ações que me permitiram estar aqui hoje.

À Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), instituição onde me graduei em Medicina Veterinária, e a todos os professores que realmente se empenharam em vencer as dificuldades, contribuindo com minha formação pessoal e profissional. O professor Francisco Carneiro Lima é uma destas pessoas... Obrigado pelos ensinamentos, bons momentos, pela amizade e por acreditar na nossa capacidade.

À Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), pelo caloroso acolhimento e inúmeras oportunidades concedidas.

À Universidade Federal de Alagoas (UFAL), e principalmente a todos os professores e alunos que tanta paciência tiveram e que muito contribuíram nesta caminhada.

Aos amigos e colegas de trabalho, professores Pierre, Márcia e Thiago, pelo apoio incondicional em todos os sentidos e pela grande parceria.

À minha namorada Irma Ximena, pelo carinho, companheirismo, apoio e pela grande paciência nos últimos meses de finalização deste trabalho.

Ao meu orientador, professor Elias, e ao co-orientador professor Último, que sempre estiveram presentes em todos os sentidos e dividiram desde o início as obrigações da minha orientação e da condução deste trabalho. Ao professor João Paulo Haddad, pelo apoio e auxílio nas correções finais da tese.

Aos professores Paulo Marcos e Lívio Molina, pelo apoio, amizade e por serem exemplos para mim de pessoas vencedoras. Meu muito obrigado por terem me recebido de braços abertos!!

Ao professores Paulo Paes, Fabíola, Edel, Sandra, Iran, Valentim, dentre outros, pelos ensinamentos, pelas oportunidades e pela convivência, não somente neste período do doutorado, mas durante todo o tempo em que fui aluno desta escola.

Ao professor Julimar, da UFAL, pela realização da análise estatística e pela grande disponibilidade que demonstrou, nos atendendo sempre com muita rapidez.

Aos veterinários e a todos os funcionários da fazenda onde realizamos o experimento, pela receptividade, paciência e pela grande colaboração que sempre deram durante e até mesmo após a execução do mesmo.

A todos os estagiários, residentes e alunos de pós-graduação que se revezaram nos auxiliando na condução da parte experimental da tese, encarando noites em claro e muito frio... Valeu muito pela força!!!

Aos amigos Moisés e Luciele, não só pela colaboração, mas sim pela autoria deste trabalho, deste a sua concepção, passando pela execução e análise dos resultados! Ficaram excelentes lembranças de tudo...

Aos amigos da “família ruminantes”, Marina, Rodrigo, Gustavo, Arthur, Tiago, Passon, Caxito, José, Júlia, Dani, Emerson, dentre outros, por tudo de bom que temos passado nestes anos e por fazermos do nosso local de trabalho e estudo, uma grande diversão.

Aos amigos Fernando e Ferdinan pelo apoio constante e por todos os momentos compartilhados! Obrigado por tudo!

Aos funcionários da EV-UFMG, especialmente Adão, Palhinha, Liu e João, amigos de longa data.

A todos que contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho...

*Meu Muito Obrigado!!!*

"Talvez não tenha conseguido fazer o melhor, mas lutei para que o melhor fosse feito.

Não sou o que deveria ser, mas graças a Deus, não sou o que era antes."

MARTIN LUTHER KING

---

## SUMÁRIO

---

1	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	17
2	<b>REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	18
2.1	EQUILÍBRIO HIDROELETROLÍTICO E ÁCIDO-BASE.....	18
2.1.1	Distribuição e Composição dos Fluidos Corpóreos.....	19
2.1.2	Fisiologia do Equilíbrio Ácido-base.....	24
2.2	HEMOGASOMETRIA.....	26
2.3	BIOQUÍMICA.....	29
2.3.1	Lactato.....	29
2.3.2	Nitrogênio Uréico Sanguíneo (BUN) e Creatinina.....	29
2.3.3	Glicose.....	30
2.3.4	Hemoglobina.....	32
2.3.5	Proteína Plasmática Total.....	32
2.3.6	Enzimologia.....	33
2.4	FLUIDOTERAPIA EM BOVINOS ADULTOS.....	35
3	<b>HIPÓTESE E OBJETIVOS.....</b>	39

### EXPERIMENTO I

	<b>Perfil hidroeletrólítico, ácido-base, metabólico e mineral de vacas da raça Holandesa no pós-parto</b>	42
1	<b>JUSTIFICATIVA.....</b>	42
2	<b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	42
2.1	LOCAL E PERÍODO.....	42
2.2	MANEJO DA PROPRIEDADE.....	42
2.3	DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	44
2.3.1	Animais e Desenho Experimental.....	44
2.3.2	Coleta e Processamento das Amostras.....	44
2.4	ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	45
3	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	45
3.1	COMPORTAMENTO DAS VARIÁVEIS AO PARTO.....	45
3.2	COMPORTAMENTO DO PERFIL HIDROELETROLÍTICO, ÁCIDO-BASE, METABÓLICO E MINERAL EM VACAS DA RAÇA HOLANDESA, PRIMÍPARAS E PLURÍPARAS, NO PRIMEIRO DIA PÓS-PARTO.....	50
3.2.1	Equilíbrio Eletrolítico e Ácido-base.....	50
3.2.2	Parâmetros Hematimétricos e Bioquímicos.....	55
3.2.3	Minerais.....	62
4	<b>CONCLUSÕES.....</b>	66

### EXPERIMENTO II

	<b>Avaliação da fluidoterapia oral sobre o perfil hidroeletrólítico, ácido-base, metabólico e mineral de vacas da raça Holandesa no pós-parto</b>	69
1	<b>JUSTIFICATIVA.....</b>	69
2	<b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	70
2.1	LOCAL E PERÍODO.....	70
2.2	MANEJO DA PROPRIEDADE.....	70



2.3	DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	71
2.3.1	Animais e Desenho Experimental.....	71
2.3.2	Coleta e Processamento das Amostras.....	72
2.4	ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	73
<b>3</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>73</b>
3.1	Equilíbrio Eletrolítico e Ácido-base.....	73
3.2	Parâmetros Hematimétricos e Bioquímicos.....	78
3.3	Minerais.....	87
<b>4</b>	<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>92</b>
<b>5</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>93</b>

---

### LISTA DE TABELAS

---

Tabela 1 -	Alteração dos componentes primários do equilíbrio ácido-base e suas respostas compensatórias .....	28
Tabela 2 -	Valores de referência do estado ácido-base e eletrólitos séricos em bovinos.....	28
Tabela 3 -	Percentual de nutrientes utilizados na composição da dieta fornecida às vacas no pré-parto.....	43
Tabela 4 -	Distribuição dos animais nos grupos experimentais.....	44
Tabela 5 -	Perfil de eletrólitos (Na <sup>+</sup> , K <sup>+</sup> , Cl <sup>-</sup> ), osmolalidade (Osm) e diferença de íons fortes (DIF) em vacas da raça Holandesa no momento do parto.....	46
Tabela 6 -	Perfil hemogasométrico (pH, pCO <sub>2</sub> , desvio de bases [EB], tCO <sub>2</sub> , HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , janela aniônica [Agap]) e lactato em vacas da raça Holandesa no momento do parto .....	46
Tabela 7 -	Perfil energético (glicose [Glu], ácidos graxos não-esterificados [NEFA] e β-hidroxibutirato [βHB]) em vacas da raça Holandesa no momento do parto.....	47
Tabela 8 -	Perfil hepático (lactato desidrogenase [LDH], aspartato-aminotransferase [AST], gama-glutamilttransferase (GGT), fosfatase alcalina [ALP] e bilirrubina total [BilT]), perfil renal (uréia [URE], creatinina [CREAT]), hematócrito [Ht], proteína plasmática total [PPT] e nitrogênio uréico sanguíneo [BUN]) em vacas da raça Holandesa no momento do parto.....	48
Tabela 9 -	Perfil mineral (magnésio [Mg], fósforo [P] e cálcio [Ca]) em vacas da raça Holandesa no momento do parto.....	49
Tabela 10 -	Valores médios pós-parto (0, 2, 4, 6, 12 e 24 horas) de eletrólitos (Na <sup>+</sup> , K <sup>+</sup> , Cl <sup>-</sup> , HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ), osmolalidade (Osm) e diferença de íons fortes (DIF) em vacas da raça Holandesa, pluríparas (G1) e primíparas (G2), com avaliação dos momentos de coleta entre e dentro de cada grupo.....	51

Tabela 11 -	Valores médios pós-parto (0, 2, 4, 6, 12 e 24 horas) do pH sanguíneo, pCO <sub>2</sub> , tCO <sub>2</sub> , HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , desvio de bases (EB), janela aniônica (Agap) e lactato (Lact) em vacas da raça Holandesa, pluríparas (G1) e primíparas (G2), com avaliação dos momentos de coleta entre e dentro de cada grupo	54
Tabela 12 -	Valores médios pós-parto (0, 2, 4, 6, 12 e 24 horas) do hematócrito (Ht), nitrogênio uréico sanguíneo (BUN) e proteína plasmática total (PPT) em vacas da raça Holandesa, pluríparas (G1) e primíparas (G2), com avaliação dos momentos de coleta entre e dentro de cada grupo.....	56
Tabela 13 -	Valores médios pós-parto (0, 2, 4, 6, 12 e 24 horas) da glicose (Glu), dos ácidos graxos não esterificados (NEFA) e β-hidroxibutirato (βHB) em vacas da raça Holandesa, pluríparas (G1) e primíparas (G2), com avaliação dos momentos de coleta entre e dentro de cada grupo.....	57
Tabela 14 -	Valores médios pós-parto (0, 2, 4, 6, 12 e 24 horas) das enzimas aspartato-aminotransferase (AST), gama-glutamilttransferase (GGT), fosfatase alcalina (ALP) e lactato desidrogenase (LDH) em vacas da raça Holandesa, pluríparas (G1) e primíparas (G2), com avaliação dos momentos de coleta entre e dentro de cada grupo.....	59
Tabela 15 -	Valores médios pós-parto (0, 2, 4, 6, 12 e 24 horas) da uréia (URE), creatinina (CREAT) e bilirrubina total (BilT), em vacas da raça Holandesa, pluríparas (G1) e primíparas (G2), com avaliação dos momentos de coleta entre e dentro de cada grupo.....	62
Tabela 16 -	Valores médios pós-parto (0, 2, 4, 6, 12 e 24 horas) do magnésio (Mg), fósforo (P) e cálcio (Ca) em vacas da raça Holandesa, pluríparas (G1) e primíparas (G2), com avaliação dos momentos de coleta entre e dentro de cada grupo.....	63
Tabela 17 -	Percentual de nutrientes utilizados na composição da dieta fornecida às vacas no pré-parto.....	70
Tabela 18 -	Distribuição dos animais nos grupos experimentais.....	71
Tabela 19 -	Fórmula da mistura para solução oral fornecida aos animais do grupo hidratado duas horas após o parto.....	71
Tabela 20 -	Valores médios pós-parto (0, 2, 4, 6, 12 e 24 horas) de eletrólitos (Na <sup>+</sup> , K <sup>+</sup> , Cl <sup>-</sup> , HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ), osmolalidade (Osm) e diferença de íons fortes (DIF) em vacas da raça Holandesa, do grupo controle (G1) e do grupo hidratado 2 horas após o parto (G3), com avaliação dos momentos de coleta entre e dentro de cada grupo.....	74
Tabela 21 -	Valores médios pós-parto (0, 2, 4, 6, 12 e 24 horas) do pH sanguíneo, pCO <sub>2</sub> , tCO <sub>2</sub> , HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , desvio de bases (EB), janela aniônica (Agap) e lactato (Lact) em vacas da raça Holandesa, do grupo controle (G1) e do grupo hidratado 2 horas após o parto (G3), com avaliação dos momentos de coleta entre e dentro de cada grupo.....	76

Tabela 22 -	Valores médios pós-parto (0, 2, 4, 6, 12 e 24 horas) do hematócrito (Ht), nitrogênio uréico sanguíneo (BUN) e proteína plasmática total (PPT) em vacas da raça Holandesa, do grupo controle (G1) e do grupo hidratado 2 horas após o parto (G3), com avaliação dos momentos de coleta entre e dentro de cada grupo.....	78
Tabela 23 -	Valores médios pós-parto (0, 2, 4, 6, 12 e 24 horas) da glicose (Glu), dos ácidos graxos não esterificados (NEFA) e $\beta$ -hidroxibutirato ( $\beta$ Hb) em vacas da raça Holandesa, do grupo controle (G1) e do grupo hidratado 2 horas após o parto (G3), com avaliação dos momentos de coleta entre e dentro de cada grupo.....	80
Tabela 24 -	Valores médios pós-parto (0, 2, 4, 6, 12 e 24 horas) das enzimas aspartato-aminotransferase (AST), gama-glutamilttransferase (GGT), fosfatase alcalina (ALP) e lactato desidrogenase (LDH) em vacas da raça Holandesa, do grupo controle (G1) e do grupo hidratado 2 horas após o parto (G3), com avaliação dos momentos de coleta entre e dentro de cada grupo.....	84
Tabela 25 -	Valores médios pós-parto (0, 2, 4, 6, 12 e 24 horas) da uréia (URE), creatinina (CREAT) e bilirrubina total (BilT) em vacas da raça Holandesa, do grupo controle (G1) e do grupo hidratado 2 horas após o parto (G3), com avaliação dos momentos de coleta entre e dentro de cada grupo.....	86
Tabela 26 -	Valores médios pós-parto (0, 2, 4, 6, 12 e 24 horas) do magnésio (Mg), fósforo (P) e cálcio (Ca) em vacas da raça Holandesa, do grupo controle (G1) e do grupo hidratado 2 horas após o parto (G3), com avaliação dos momentos de coleta entre e dentro de cada grupo.....	88

---

### LISTA DE GRÁFICOS

---

Gráfico 1 -	Valores médios pós-parto (0, 2, 4, 6, 12 e 24 horas) do $\text{Cl}^-$ , $\text{HCO}_3^-$ e diferença de íons fortes (DIF) em vacas pluríparas (G1) da raça Holandesa, nas primeiras 24 horas pós-parto.....	52
Gráfico 2 -	Valores médios pós-parto (0, 2, 4, 6, 12 e 24 horas) do cloro em vacas da raça Holandesa, pluríparas (G1) e primíparas (G2), com avaliação dos momentos de coleta entre e dentro de cada grupo.....	52
Gráfico 3 -	Valores médios pós-parto (0, 2, 4, 6, 12 e 24 horas) do pH em vacas da raça Holandesa, pluríparas (G1) e primíparas (G2), com avaliação dos momentos de coleta entre e dentro de cada grupo.....	53
Gráfico 4 -	Valores médios pós-parto (0, 2, 4, 6, 12 e 24 horas) do $\text{Cl}^-$ , pH e $\text{HCO}_3^-$ em vacas pluríparas (G1) da raça Holandesa, nas primeiras 24 horas pós-parto.....	55
Gráfico 5 -	Valores médios pós-parto (0, 2, 4, 6, 12 e 24 horas) da Lactato desidrogenase (LDH) em vacas da raça Holandesa, pluríparas (G1) e primíparas (G2), com avaliação dos momentos de coleta entre e dentro de cada grupo.....	60

Gráfico 6 -	Valores médios pós-parto (0, 2, 4, 6, 12 e 24 horas) de $\beta$ HB e LDH em vacas pluríparas (G1) da raça Holandesa, nas primeiras 24 horas pós-parto	61
Gráfico 7 -	Valores médios pós-parto (0, 2, 4, 6, 12 e 24 horas) de $\beta$ HB, AST e GGT em vacas pluríparas (G1) da raça Holandesa, nas primeiras 24 horas pós-parto.....	61
Gráfico 8 -	Valores médios pós-parto (0, 2, 4, 6, 12 e 24 horas) de magnésio (Mg) em vacas da raça Holandesa, pluríparas (G1) e primíparas (G2), com avaliação dos momentos de coleta entre e dentro de cada grupo.....	64
Gráfico 9 -	Valores médios pós-parto (0, 2, 4, 6, 12 e 24 horas) de fósforo (P) em vacas da raça Holandesa, pluríparas (G1) e primíparas (G2), com avaliação dos momentos de coleta entre e dentro de cada grupo.....	65
Gráfico 10 -	Valores médios pós-parto (0, 2, 4, 6, 12 e 24 horas) de cálcio (Ca) em vacas da raça Holandesa, pluríparas (G1) e primíparas (G2), com avaliação dos momentos de coleta entre e dentro de cada grupo.....	66
Gráfico 11 -	Valores médios pós-parto (0, 2, 4, 6, 12 e 24 horas) do cloro em vacas da raça Holandesa, do grupo controle (G1) e do grupo hidratado 2 horas após o parto (G3), com avaliação dos momentos de coleta entre e dentro de cada grupo.....	75
Gráfico 12 -	Valores médios pós-parto (0, 2, 4, 6, 12 e 24 horas) do $\text{HCO}_3^-$ em vacas da raça Holandesa, do grupo controle (G1) e do grupo hidratado 2 horas após o parto (G3), com avaliação dos momentos de coleta entre e dentro de cada grupo.....	75
Gráfico 13 -	Valores médios pós-parto (0, 2, 4, 6, 12 e 24 horas) do pH em vacas da raça Holandesa, do grupo controle (G1) e do grupo hidratado 2 horas após o parto (G3), com avaliação dos momentos de coleta entre e dentro de cada grupo.....	77
Gráfico 14 -	Valores médios pós-parto (0, 2, 4, 6, 12 e 24 horas) do lactato em vacas da raça Holandesa, do grupo controle (G1) e do grupo hidratado 2 horas após o parto (G3), com avaliação dos momentos de coleta entre e dentro de cada grupo.....	78
Gráfico 15 -	Valores médios pós-parto (0, 2, 4, 6, 12 e 24 horas) da glicose em vacas da raça Holandesa, do grupo controle (G1) e do grupo hidratado 2 horas após o parto (G3), com avaliação dos momentos de coleta entre e dentro de cada grupo.....	80
Gráfico 16 -	Valores médios pós-parto (0, 2, 4, 6, 12 e 24 horas) do $\beta$ -hidroxibutirato em vacas da raça Holandesa, do grupo controle (G1) e do grupo hidratado 2 horas após o parto (G3), com avaliação dos momentos de coleta entre e dentro de cada grupo.....	82

Gráfico 17 -	Valores médios pós-parto (0, 2, 4, 6, 12 e 24 horas) da atividade da AST em vacas da raça Holandesa, do grupo controle (G1) e do grupo hidratado 2 horas após o parto (G3), com avaliação dos momentos de coleta entre e dentro de cada grupo.....	83
Gráfico 18 -	Valores médios pós-parto (0, 2, 4, 6, 12 e 24 horas) de $\beta$ HB, AST e GGT em vacas da raça Holandesa, do grupo controle (G1) nas primeiras 24 horas pós-parto.....	84
Gráfico 19 -	Valores médios pós-parto (0, 2, 4, 6, 12 e 24 horas) da atividade da LDH em vacas da raça Holandesa, do grupo controle (G1) e do grupo hidratado 2 horas após o parto (G3), com avaliação dos momentos de coleta entre e dentro de cada grupo.....	85
Gráfico 20 -	Valores médios pós-parto (0, 2, 4, 6, 12 e 24 horas) da uréia em vacas da raça Holandesa, do grupo controle (G1) e do grupo hidratado 2 horas após o parto (G3), com avaliação dos momentos de coleta entre e dentro de cada grupo.....	87
Gráfico 21 -	Valores médios pós-parto (0, 2, 4, 6, 12 e 24 horas) da creatinina em vacas da raça Holandesa, do grupo controle (G1) e do grupo hidratado 2 horas após o parto (G3), com avaliação dos momentos de coleta entre e dentro de cada grupo.....	87
Gráfico 22 -	Valores médios pós-parto (0, 2, 4, 6, 12 e 24 horas) do magnésio (Mg) em vacas da raça Holandesa, do grupo controle (G1) e do grupo hidratado 2 horas após o parto (G3), com avaliação dos momentos de coleta entre e dentro de cada grupo.....	89
Gráfico 23 -	Valores médios pós-parto (0, 2, 4, 6, 12 e 24 horas) do fósforo (P) em vacas da raça Holandesa, do grupo controle (G1) e do grupo hidratado 2 horas após o parto (G3), com avaliação dos momentos de coleta entre e dentro de cada grupo.....	90
Gráfico 24 -	Valores médios pós-parto (0, 2, 4, 6, 12 e 24 horas) do cálcio (Ca) em vacas da raça Holandesa, do grupo controle (G1) e do grupo hidratado 2 horas após o parto (G3), com avaliação dos momentos de coleta entre e dentro de cada grupo.....	91

---

## RESUMO

O pré e pós-parto imediato são períodos em que as vacas com aptidão leiteira possuem maiores riscos de doenças de origem metabólica e infecciosa. O objetivo deste trabalho foi caracterizar os perfis hidroeletrólítico, ácido-base, metabólico e mineral, e avaliar a influência da administração de uma solução oral poliiônica nas primeiras 24 horas pós-parto em vacas da raça Holandesa. No experimento I, foram obtidos valores de referência imediatamente após o parto de 24 vacas. Em seguida, avaliou-se o comportamento das variáveis nas primeiras 24 horas pós-parto em um grupo composto por oito vacas primíparas e outro por oito pluríparas. No experimento II, foram utilizadas 16 vacas recém-paridas, pluríparas, de parto eutócico, as quais foram aleatoriamente divididas em dois grupos de oito indivíduos cada. Um dos grupos permaneceu como controle, enquanto o outro, recebeu 30L de solução oral (200g de  $MgSO_4$ ; 100g de  $CaCl_2$ ; 100g de  $KCl$ ; 300 mL de propilenoglicol) duas horas após o parto. Em ambos os experimentos foram realizadas coletas de sangue nos seguintes momentos: parto, 2h, 4h, 6h, 12h e 24 horas pós-parto. Em cada tempo de coleta, foi realizado o perfil hemogasométrico com o auxílio de um analisador clínico portátil, dosagens de AST, GGT, bilirrubina total, LDH, ALP, proteína plasmática total, creatinina, NEFA,  $\beta HB$ ,  $Ca^{++}$ ,  $Mg^{++}$  e  $PO_4^-$ . Ao parto, as vacas apresentaram-se com os eletrólitos e perfil hemogasométrico dentro dos intervalos de referência para a espécie. As concentrações médias de glicose (108 mg/dL), Ca (11 mg/dL) e Mg (3,1 mg/dL) encontravam-se elevadas, enquanto que a proteína plasmática total (6,5 g/dL) estava abaixo do limite inferior para esta variável. Às 24 horas pós-parto, as pluríparas apresentaram maior atividade ( $p < 0,05$ ) de LDH (1511 U/L) e AST (97 U/L), e concentrações mais elevadas de  $\beta HB$  (1,067 mmol/L) do que as primíparas, demonstrando aumento da função hepática e balanço energético negativo mais intenso neste grupo. Neste mesmo momento, as pluríparas também apresentaram alcalose metabólica hipoclorêmica, com níveis de cloreto menores ( $p < 0,05$ ) que nas primíparas, além do pH sanguíneo elevado (7,47). A fluidoterapia oral pós-parto foi eficiente na manutenção do equilíbrio eletrolítico e ácido-base, melhorou a volemia e perfusão renal, e na reduziu o balanço energético negativo, caracterizado por concentrações mais baixas de uréia (29 mg/dL), creatinina (0,9 mg/dL),  $\beta HB$  (0,703 mmol/L), além de menor atividade da AST (58 U/L) e LDH (822 U/L) no grupo que recebeu o tratamento. Pode-se concluir que vacas com aptidão leiteira nas primeiras 24 horas pós-parto apresentaram desidratação leve, alcalose metabólica hipoclorêmica e balanço energético negativo. A fluidoterapia oral pós-parto avaliada, foi uma ferramenta auxiliar na manutenção do equilíbrio hidroeletrólítico e ácido-base e do metabolismo energético neste período.

**Palavras-chave:** Equilíbrio ácido-base; hemogasometria; minerais; equilíbrio energético; fluidoterapia; vacas; período de transição; parto.

## ABSTRACT

Transition dairy cows have a higher risk of metabolic and infectious diseases. The aim of this study was to characterize the electrolyte, acid-base, metabolic and mineral profiles, and assess the influence of oral drenching of a polyionic solution within the first 24 hours postpartum in Holstein cows. In experiment I, were obtained reference values immediately after calving of 24 cows. Then we evaluated the behavior of the variables in the first 24 hours postpartum in a group composed of eight primiparous cows and another eight pluriparous. In experiment II, 16 pluriparous fresh cows were used. They were randomly divided into two groups of eight subjects each. One group remained as controls while another group was drenched with 30L of water plus 200g MgSO<sub>4</sub>, 100g CaCl<sub>2</sub>, 100 g KCl and 300 mL propylene glycol, two hours after calving. In both experiments blood samples were taken at the following times: calving, 2h, 4h, 6h, 12h and 24 hours postpartum. At each sampling time, was carried blood gas analysis with the aid of a portable clinical analyzer, dosages of AST, GGT, total bilirubin, LDH, ALP, total plasma protein, creatinine, NEFA,  $\beta$ HB, Ca<sup>++</sup>, Mg<sup>++</sup> and PO<sub>4</sub><sup>-</sup>. At calving time, the cows had electrolytes e blood gas analysis profile within the reference ranges for the species. The mean concentrations of glucose (108 mg/dL), Ca (11 mg/dL) and Mg (3.1 mg / dL) were high, while the total plasma protein (6.5 g/dL) was below the lower limit for this variable. At 24 hours postpartum, the pluriparous showed greater (p <0.05) LDH (1511 U/L) and AST (97 U/L) activity, and higher concentrations of  $\beta$ HB (1.067 mmol/L) than primiparous, demonstrating increased liver function and more intense negative energy balance in this group. In that moment, the pluriparous also had hypochloremic metabolic alkalosis, with lower chloride levels (p <0.05) than primiparous, beyond high blood pH (7.47). The postpartum oral drenching was efficient in maintaining the electrolyte and acid-base balance, improved renal perfusion and blood volume, and reduced the negative energy balance, characterized by lower concentrations of urea (29 mg/dL), creatinine (0.9 mg/dL),  $\beta$ HB (0.703 mmol/L), and decreased activity of AST (58 U/L) and LDH (822 U/L) in the treated group. It can be concluded that fresh dairy cows showed mild dehydration, hypochloremic metabolic alkalosis and negative energy balance. The postpartum oral drenching was an auxiliary tool in maintaining electrolyte and acid-base balance, and energy metabolism during this period.

**Keywords: Acid-base balance; blood gas analysis; minerals; energy balance; fluid therapy; transition cows; calving.**

## 1. INTRODUÇÃO

A produção mundial de leite, em 2010, chegou próximo de 600 bilhões de litros, segundo dados da Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO). De acordo com esta organização, os Estados Unidos lideram o *ranking* de países produtores, seguidos pela Índia e China (FAO, 2010).

O Brasil encontra-se muito bem inserido no cenário mundial e vem em constante crescimento, dobrando sua produção anual de leite em duas décadas. O país ocupava a 8ª posição entre os maiores produtores mundiais em 1990, com cerca de 11,9 bilhões de litros. No ano 2000 teve sua produção aumentada para 20,3 bilhões, a qual o elevou duas posições no ranking. Atualmente é o 5º maior produtor de leite, chegando em 2010 a alcançar cerca de 30,7 bilhões de litros (FAO, 2010).

Em dados publicados recentemente, observa-se que, com exceção da região Norte, todas as demais regiões do Brasil tiveram aumento na produção de leite no ano de 2011, fato este que elevou o total nacional em 4,5% com relação ao ano anterior (IBGE, 2012). Apesar da ainda baixa produtividade média por vaca, o alto crescimento da produção brasileira explica-se pela necessidade de atender a uma demanda interna cada vez maior, a qual estima-se, que permaneça aumentando nos próximos anos (MAPA, 2010). Todo este cenário de crescimento, vem alavancando aos poucos o melhoramento dos rebanhos e intensificação dos sistemas de produção de leite no Brasil, fazendo com que, cada vez mais atenção tenha que ser dada aos períodos e pontos mais críticos, no que concerne à produção animal.

O pré e pós-parto imediato são períodos em que as vacas com aptidão leiteira possuem maiores riscos de doenças de origem metabólica e infecciosa. Aproximadamente 75% das enfermidades ocorrem nestes animais no primeiro mês após o parto, estando fortemente associadas às mudanças preparatórias para o mesmo, como o rápido desenvolvimento fetal durante o terço final da gestação, a produção do colostro e o

manejo dado aos animais neste período. Desta forma, um ponto de grande importância para a obtenção de melhor desempenho, principalmente das vacas de alta produção, é a atenção dada aos animais no período de transição (Bell, 1995).

Embora a duração do que conhecemos como período de transição ou período periparturiente tenha sido definida de forma diferente por vários autores, Grummer (1995) e Drackley (1999) consideram que o mesmo compreende o intervalo entre as três semanas pré e as três semanas pós-parto.

Os últimos dias de gestação coincidem com a formação do colostro, aumento da demanda da glândula mamária por glicose, aminoácidos, ácidos graxos, minerais e vitaminas. O fluxo sanguíneo mamário, o consumo de oxigênio, absorção de glicose e acetato, aumentam consideravelmente entre o segundo e o primeiro dia do pré-parto (Bell, 1995). O aumento da demanda energética pela mãe e concepto não é compensado por maior consumo de alimentos, pois segundo Grummer (1995) e Grant e Albright (1995), a ingestão de matéria seca (IMS) próxima ao parto é drasticamente reduzida. Dessa forma, o animal entra em balanço energético negativo, e o aumento das necessidades energéticas é, então, suprido pela mobilização das reservas corporais.

Após o parto, o balanço energético negativo persiste em função do início da lactação. A ingestão de alimentos não é suficiente para fazer frente às demandas da glândula mamária, devido ao descompasso entre o pico na produção de leite, o qual ocorre entre a quarta e a oitava semanas pós-parto e o pico na IMS, que acontece entre a 10ª e 14ª semanas. O atraso da IMS em relação à produção de leite intensifica a mobilização dos tecidos corporais agravando o balanço energético negativo (Bell, 1995).

De uma forma geral todas as vacas com aptidão leiteira, apresentam no periparto um período de resistência à insulina, redução na ingestão de alimentos, balanço energético negativo, lipólise e perda de peso no início da lactação; hipocalcemia nos primeiros dias pós-parto e contaminação bacteriana



do útero por duas a três semanas depois do parto. Estes fatores, bem como acentuadas mudanças nas concentrações séricas de progesterona, estrógeno e cortisol, contribuem para grande redução da função imune entre uma a duas semanas antes, até três semanas após o parto (Goff e Horst, 1997).

Estudos já demonstraram que a progesterona inibe muitas funções leucocitárias, fato este, atribuído à necessidade de prevenir a rejeição do feto pelo organismo materno, durante a gestação (Clemens et al., 1979; Weinberg, 1987). Embora este hormônio seja importante supressor do sistema imune durante a gestação, é pouco provável que seja a causa da acentuada queda de imunidade ao parto, em razão da sua concentração plasmática diminuir à medida que a imunossupressão na periparturiente ocorre (Kashiwazaki et al., 1985; Kehrlí et al., 1989). Apesar de alguns experimentos (Trawick e Bahr, 1986) terem detectado efeitos estimulantes do estrógeno sobre a resposta imune humoral, a maioria dos autores (Wyle e Kent, 1977) concorda que o estrógeno exerce um forte efeito supressivo sobre a imunidade celular. Os glicocorticóides, por sua vez, são usados há muito tempo como poderosos agentes imunossupressores. Desta forma, acredita-se que o aumento da concentração plasmática de estrógeno e cortisol no periparto, seja o principal responsável pela imunossupressão observada ao parto (Goff e Horst, 1997).

Ultimamente, cada vez mais atenção tem sido dada ao período de transição, uma vez que o mesmo irá influenciar na produtividade, na eficiência reprodutiva e na saúde dos animais, especialmente em vacas especializadas de alta produção. Nas últimas semanas do período gestacional, o aumento na demanda de nutrientes pela vaca em consequência do desenvolvimento fetal, leva a desequilíbrio principalmente em relação à energia, proteínas e minerais, destacando-se o cálcio, fósforo e magnésio (Drakley, 1999). Ainda é nesta fase que ocorrem, com maior frequência, muitas doenças de origem metabólica como hipocalcemia, cetose clínica e subclínica, hipomagnesemia e afecções do pós-parto

imediate, como deslocamento de abomaso, retenção de placenta, acidose rumenal subclínica e mastite. Estas enfermidades cursam com desidratação e desequilíbrio hidroeletrólítico, de forma que a fluidoterapia oral neste período, associada à administração de precursores de glicose e cálcio, torna-se essencial aos animais (Goff e Horst, 1997; Stokes e Goff, 2001).

O principal objetivo da fluidoterapia é repor as perdas de eletrólitos e fluidos, e dessa forma, manter o animal em balanço hídrico positivo. Sua correção após a administração leva em média de quatro a seis horas (Naylor, 1999; Radostits et al., 2007).

Considerando-se o grande impacto econômico das doenças do período de transição, bem como o seu efeito sobre o bem-estar animal, é de fundamental importância o refinamento das ferramentas de diagnóstico e tratamento. A fluidoterapia entra como ponto fundamental para o sucesso na recuperação dos enfermos, pois fornecerá suporte para que o animal responda com mais eficiência, além de minimizar o risco para outras doenças.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 EQUILÍBRIO HIDROELETROLÍTICO E ÁCIDO-BASE

Os fluidos corporais estão distribuídos em compartimentos funcionais dinâmicos e organizados. A manutenção destes compartimentos em termos de volume e composição é essencial para que os eventos fisiológicos e bioquímicos ocorram normalmente. Os eletrólitos dissolvidos nos fluidos corporais realizam papéis vitais em praticamente todos os processos ligados à vida, já que seus movimentos transmembrana são responsáveis por eventos elétricos que resultam em condução nervosa e contração muscular. Eletrólitos também servem como cofatores essenciais em muitas reações metabólicas enzimaticamente mediadas (Carlson e Bruss, 2008). O pH dos fluidos corporais é mantido dentro de estreitos limites, e este delicado controle é necessário para manter a estrutura e função das proteínas essenciais

para a ocorrência dos eventos metabólicos normais (Neves e Gomes, 1997). Virtualmente cada órgão participa da manutenção do equilíbrio hidroeletrólítico ou é afetado negativamente pelo seu desequilíbrio. Em diversas enfermidades, a redução da ingestão ou perda excessiva de líquidos, além de lesões e disfunções em diversos órgãos, poderão levar a desequilíbrio hidroeletrólítico. Independentemente do fato de tais alterações serem o problema primário ou apenas manifestações secundárias à instalação da doença, a abordagem do paciente e muitas vezes o sucesso do tratamento, depende de correta avaliação e terapia apropriada para corrigir os distúrbios hidroeletrólíticos e ácido-base (Carlson e Bruss, 2008).

O equilíbrio ácido-base e o pH do sangue são estudados há várias décadas dentro da medicina, a partir do momento que o conceito de pH se consolidou, no início do século passado (Neves e Gomes, 1997). Devido à sua importância, este assunto tem sido tema de inúmeras pesquisas em humanos (Rose e Post, 2001) e mais recentemente, a medicina veterinária vem ampliando os seus conhecimentos na área, embora de maneira mais modesta, em decorrência de limitações de origem diversa. Apesar disso, os avanços vêm ocorrendo, principalmente no que se refere a metodologias para avaliação sanguínea e possibilidades diagnósticas para animais (Cunningham, 2004; Deane et al., 2004).

A avaliação do equilíbrio hidroeletrólítico e ácido-base é um componente muito importante para a clínica e conseqüentemente, para a produção de ruminantes. Diversos trabalhos têm sido desenvolvidos, avaliando-se distúrbios e testando-se diferentes vias e tipos de fluidos. Neste contexto podemos destacar trabalhos realizados em bovinos adultos (Studer et al., 1993; Oetzel, 1996; Stokes e Goff, 2001; Enemark, et al., 2009; Ribeiro Filho et al., 2009; Rodrigues et al., 2011), na diarreia em bezerras (Constable et al., 1996; Freitas, 2009; Junqueira et al., 2011; Lisboa, et al., 2012), na fluidoterapia em pequenos ruminantes (Atoji, 2005), em confinamento de novilhos de corte (Castillo

et al., 2009), dentre outros, as quais vêm gerando e difundindo conhecimento na área.

### 2.1.1 Distribuição e Composição dos Fluidos Corpóreos

A função do tecido normal e o desenvolvimento das formas de vida animal mais evoluídas, dependem da manutenção e do controle da composição dos líquidos corporais que banham todas as células e tecidos. A maioria dos íons e moléculas que compõem a matéria viva tem relações químicas e físicas com a água, e o número de compostos químicos que podem ser dissolvidos em solução aquosa é excepcionalmente grande. A água não supre apenas a matriz na qual ocorrem todos os processos vitais, mas também participa significativamente de tais processos (Houpt, 1996).

Embora possa haver grande variação, o conteúdo hídrico de um indivíduo, chamado de água corporal total (ACT), da maioria dos animais domésticos é de aproximadamente 60% do peso corporal. As variações podem estar ligadas principalmente à quantidade de gordura corporal e idade, embora o estado nutricional, fatores ambientais e disponibilidade de água para consumo, também devam ser considerados (Johnson, 1995). Pacientes desidratados têm menor quantidade de água corporal (Wellman et al., 2007). O tecido adiposo contém pouca água e a quantidade de gordura corporal é um importante fator que influencia sobre a ACT, chegando a somente 40% do peso em animais obesos, já que cerca de 90% do adipócito é composto de gordura. Por outro lado, nos animais atletas, o conteúdo de ACT pode chegar a 65% do peso corporal, como é o caso dos equinos. Com relação ao fator etário, a quantidade relativa de água em animais neonatos é muito mais alta que em adultos, atingindo até 75% do peso corporal ao nascimento (Carlson e Bruss, 2008).

Os líquidos corpóreos e eletrólitos dos mamíferos estão distribuídos em dois compartimentos, intracelular (LIC) e

extracelular (LEC), cuja dinâmica sistemática de distribuição é fundamental para os processos metabólicos essenciais para a vida (Constable, 1999; Cunningham, 2004).

Considerando-se que um animal adulto saudável possui 60% do seu peso vivo composto por água (ACT), o LIC é todo o conteúdo que localiza-se dentro das células, o qual representa cerca de 2/3 da ACT ou 40% do peso corporal total. O restante do peso que é constituído por líquidos, ou seja, os outros 20%, formam o LEC, que está subdividido em outros três compartimentos menores: plasma (5%), fluido intersticial (15%) e fluido transcelular (Carlson e Bruss, 2008).

O fluido cerebrospinal, gastrointestinal, sinovial, bile, secreções glandulares, linfa, secreções respiratórias, dentre outros, estão em equilíbrio com outros fluidos extracelulares. No entanto, encontram-se contidos em compartimentos especializados, como o lúmen do trato gastrointestinal (Baer, 1996; Wellman et al., 2007). Estes fluidos não são simples transudatos do plasma, e sim, produzidos por células especializadas, sendo considerados fluidos transcelulares, ou também denominados de líquidos compartimentalizados (Wellman et al., 2007).

Embora LIC e LEC difiram acentuadamente em relação à composição de eletrólitos, os mesmos encontram-se em equilíbrio osmótico e a água difunde-se livremente entre eles. A distribuição de água nos compartimentos é determinada principalmente pelo número de partículas osmoticamente ativas em cada um deles (Carlson e Bruss, 2008). Tanto nos animais saudáveis quanto nos doentes, as variações nos volumes do LIC e LEC são reflexos da partição de fluidos corpóreos e solutos. Desta maneira, a estimativa das alterações do equilíbrio hidroeletrolítico é fundamental para a compreensão da patofisiologia da afecção e para o estabelecimento do tratamento, neste caso, a fluidoterapia (Berchtold, 1999; DiBartola, 2007; Carlson e Bruss, 2008).

Osmolalidade refere-se à força osmótica que solutos exercem em soluções, e depende exclusivamente do número de partículas em solução, e não do peso molecular, fórmula química, valência e da eficácia ou ineficácia dos solutos. Osmolalidade efetiva, também chamada de tonicidade, refere-se à osmolalidade de um meio, quando os solutos que a determinam não são livremente permeáveis. A osmolalidade é representada pelo número de osmoles por kg de solvente (Wellman et al., 2007). O termo osmolaridade também é utilizado com frequência, porém se refere ao número de osmoles por litro de solução. Em fluidos biológicos, diferenças entre osmolalidade e osmolaridade são insignificantes, sendo ambas tratadas como sinônimos (Johnson, 1995).

Os solutos responsáveis pela osmolalidade nos meios intra e extracelular são em sua maioria eletrólitos. O equilíbrio entre cátions e ânions, ou seja, a manutenção da neutralidade elétrica é o princípio básico do organismo para que haja homeostase. Para mantê-la é necessário que LIC e LEC tenham quantidades equivalentes de cargas negativas e positivas (Kellum, 2000; Rose e Post, 2001).

O cátion mais importante do LEC é o sódio ( $\text{Na}^+$ ), enquanto que dentre os ânions, destacam-se o cloreto ( $\text{Cl}^-$ ) e o íon carbonato ( $\text{HCO}_3^-$ ). No LIC o potássio ( $\text{K}^+$ ) é o principal cátion e os ânions predominantes são fosfatos e proteínas. Existem muitos outros eletrólitos distribuídos nos líquidos corporais, mas a ênfase é dada àqueles que se acredita desempenharem papel mais importante (Wellman et al., 2007).

Na membrana das células há uma enzima denominada  $\text{Na}^+ - \text{K}^+$  adenosinotribose-fosfatase, ou simplesmente “bomba de  $\text{Na}^+ - \text{K}^+$  ATPase”. Esta enzima tem a função de fazer a constante retirada de sódio do interior celular, à medida que repõem potássio. Com isso, mantêm-se o gradiente transmembrana de potássio e as concentrações de potássio e sódio nos meios intra e extracelular, respectivamente (Rose e Post, 2001; Carlson e Bruss, 2008).

Praticamente todo o organismo participa da regulação do pH e dos fluidos corporais e/ou sofrem com alterações dos mesmos. Desta maneira, o conhecimento da sua fisiologia de regulação é extremamente importante para o entendimento das consequências das alterações orgânicas em decorrência dos distúrbios hídricos, eletrolíticos ou ácido-base (Cunningham, 2004).

As forças osmóticas são as determinantes primárias da distribuição de água no organismo. A água pode cruzar livremente quase todas as membranas celulares, e como resultado, os fluidos corporais estão em equilíbrio osmótico, visto que a osmolalidade do LIC e do LEC é a mesma. O movimento da água de um compartimento com menor concentração, para um com maior concentração em soluto, é chamado de osmose. A pressão hidrostática, que se opõe ao movimento osmótico da água, restabelecendo o equilíbrio, é denominada de pressão osmótica da solução (Rose e Post, 2001).

A pressão osmótica é importante *in vivo* porque determina a distribuição de água entre os espaços intra e extracelular. Cada um destes compartimentos tem um soluto que é primariamente limitado ao mesmo e, portanto, é o principal determinante da sua pressão osmótica. Os sais de  $\text{Na}^+$  são os principais osmoles extracelulares, sendo responsáveis por manter a água neste espaço. Por outro lado, os sais de  $\text{K}^+$  são os osmoles intracelulares mais importantes e atuam mantendo a água dentro das células. Embora as membranas celulares sejam permeáveis a ambos,  $\text{Na}^+$  e  $\text{K}^+$ , estes íons agem como osmoles efetivos porque são restritos aos seus respectivos compartimentos pela “bomba de  $\text{Na}^+$  -  $\text{K}^+$  ATPase” da membrana celular. Desta maneira, pode-se afirmar que os volumes do LIC e do LEC são determinados pela quantidade de água presente e pela relação ente  $\text{Na}^+$  e  $\text{K}^+$  permutáveis (Rose e Post, 2001; Carlson e Bruss, 2008).

O volume circulante efetivo refere-se à parte do LEC que está dentro do espaço vascular e efetivamente faz a perfusão capilar dos tecidos. O mesmo é mantido

pela resistência vascular, débito cardíaco e excreção renal de sódio e água. A diminuição do volume circulante efetivo resulta em baixo retorno venoso, baixo débito cardíaco e diminuição da pressão sanguínea sistêmica. Estas alterações levam ao surgimento de mecanismos compensatórios, como vasoconstrição arterial e venosa, aumento da contratilidade e frequência cardíacas, além de estímulo ao sistema renina-angiotensina-aldosterona (Rose e Post, 2001; Carlson e Bruss, 2008).

A regulação do LIC e do LEC envolve ação hormonal (renina, aldosterona, hormônio antidiurético – ADH, fator natrídúrico – FNA) e também depende da sua composição eletrolítica. O sódio é o principal cátion do LEC, o qual contém cerca de metade a 75% do sódio corporal total. O restante está ligado ao esqueleto, mas não encontra-se disponível para trocas com o LEC (Cunningham, 2004; Carlson e Bruss, 2008). O volume e osmolalidade do LEC são determinados pelo conteúdo de  $\text{Na}^+$  e seus ânions acompanhantes. Assim sendo, aumento na concentração de sódio leva à expansão do LEC, podendo causar hipertensão sistêmica e formação de edemas. De maneira oposta, a redução deste eletrólito ocasiona contração do LEC e desidratação (Rose e Post, 2001; Wellman et al., 2007).

A concentração sérica de sódio indica a quantidade de sódio em relação ao volume de água no LEC e não fornece informação direta a respeito do conteúdo total de sódio corporal. Os pacientes com hipo e hipernatremia podem ter conteúdo total de sódio corporal diminuído, normal ou aumentado. A hiponatremia instala-se quando o animal é incapaz de excretar adequadamente a água ingerida ou quando as perdas imperceptíveis em fluidos e na urina têm osmolalidade combinada maior do que aquela do fluido ingerido ou administrado por via parenteral. Nota-se hipernatremia quando a ingestão de água é inadequada, quando a perda do fluido é hipotônica em relação ao LEC ou quando quantidade excessiva de sódio foi ingerida ou administrada por via parenteral (DiBartola, 2007).

Alterações na concentração de sódio sanguíneo, hiponatremia ou hipernatremia, são condições comuns em animais enfermos. Hiponatremia raramente é resultante de uma dieta deficiente em sódio. Isto é válido mesmo para herbívoros, cujos alimentos são normalmente pobres neste elemento. Depleção crônica de sódio foi relatada em vacas com aptidão leiteira recebendo dietas pobres em sal mineral, associadas a perdas do eletrólito no leite (Carlson e Bruss, 2008). Mastite aumenta acentuadamente as perdas de sódio no leite e poderia exercer um papel na redução dos seus níveis em vacas lactantes mantidas em dietas com pouco sal mineral (Michell, 1985). Deficiência de sódio é quase invariavelmente associada com perdas excessivas de fluido, ocorrendo mais frequentemente como resultado de perdas gastrointestinais, por vômito ou diarreia. Perda excessiva por excreção renal pode ocorrer em casos de doenças renais ou uso abusivo de drogas diuréticas. A síndrome poliúria-polidipsia, característica de algumas condições patológicas, e distúrbios na síntese do ADH, também podem levar à queda da natremia (DiBartola, 2007; Carlson e Bruss, 2008).

Nos animais de produção, hiponatremia resulta quase sempre da diluição do sódio sérico. Isto porque as perdas de fluidos corporais, através das fezes e urina, não são tipicamente hipertônicas. Ao invés disto, tais perdas normalmente são isotônicas ou hipotônicas em relação ao sódio do LEC. Por esta razão, nos casos de diarreia, se hiponatremia está presente, geralmente será resultado da substituição do fluido corporal perdido, por água pura e não com soluções eletrolíticas (Angelos e Van Mestre, 1999).

Perdas de sódio para o “terceiro espaço” (sequestro ou compartimentalização do LEC), também devem ser consideradas. Doenças obstrutivas intestinais, ascite, ruptura de bexiga, efusão pleural, hidrotórax e peritonite são enfermidades que geram acúmulo de líquido hipertônico no organismo (DiBartola, 2007).

A hipernatremia geralmente está associada à administração excessiva de fluidos iso ou hipertônicos. Pode ocorrer após

administração de solução de cloreto ou bicarbonato de sódio, se a ingestão hídrica for restringida (Schott e Hinchcliff, 1993). A maioria dos animais domésticos pode tolerar ingestão de grandes quantidades de sódio, desde que haja disponibilidade de água. Ingestão excessiva de cloreto de sódio pode ocorrer quando animais antes manejados em dietas restritas em sal, recebem pela primeira vez, acesso livre ao mesmo. Esta prática aumenta bastante os riscos de intoxicação (Carlson e Bruss, 2008).

A mesma função que o sódio desempenha para a manutenção do volume do LEC, o potássio realiza para o meio intracelular. Em torno de 98% do  $K^+$  disponível para o organismo encontra-se no LIC, tendo a sua distribuição associada ao sódio pela atividade da “bomba de  $Na^+ - K^+$  ATPase”. A distribuição de potássio ao longo da membrana celular exerce papel decisivo na manutenção da excitabilidade cardíaca e neuromuscular. Alterações na sua concentração alteram a relação do potássio intra e extracelular, promovendo mudanças no potencial de membrana (Carlson e Bruss, 2008). Em geral, hipocalemia aumenta o potencial de membrana, produzindo bloqueio da hiperpolarização o qual resulta em fraqueza ou paralisia, enquanto que a hipercalemia diminui o potencial, causando hiperexcitabilidade neuromuscular e sinais clínicos como espasmos ou tremores. Estas características dependem do potássio corporal total e da velocidade na qual a hipo ou hipercalemia se desenvolvem (Saxton e Seldin, 1986 citado por Carlson e Bruss, 2008).

Na musculatura do miocárdio os efeitos das alterações de potássio são contrários, ou seja, o seu aumento acarreta ao miocárdio bloqueio da hiperpolarização, a qual resulta em bradicardia e potencial parada cardíaca, dependendo do grau de hipercalemia. A hipocalemia atua de forma contrária, levando o coração à taquicardia e possíveis arritmias (Gomes, 1997).

O equilíbrio da calemia envolve regulação intra e extracorpóreas. O balanço externo é a relação entre o potássio consumido na dieta e perdas orgânicas diárias. O balanço

interno envolve o equilíbrio ácido-base, glicemia, insulinemia, exercícios e liberação de catecolaminas (Carlson e Bruss, 2008).

Hipocalemia pode desenvolver-se por desequilíbrio externo, no qual as perdas de potássio por todas as vias superam a ingestão. Desenvolve-se mais frequentemente devido a perdas gastrointestinais por vômito e diarreia. Perdas renais excessivas podem ocorrer como resultado do uso de diuréticos, excesso de mineralocorticóides, acidose tubular renal e na diurese que ocorre após desobstrução urinária (Saxton e Seldin, 1986 citado por Carlson e Bruss, 2008).

A aldosterona é um hormônio mineralocorticóide sintetizado pelo córtex da adrenal. Sua secreção é estimulada pela hipotensão sistêmica através do sistema renina-angiotensina, aumentando a reabsorção de  $\text{Na}^+$  que, por sua vez, aumenta a reabsorção de água, com finalidade de corrigir uma depleção de volume detectada. A secreção de aldosterona também é estimulada pela hipercalemia e tem uma importante função na regulação da homeostase do  $\text{K}^+$ . O efeito agudo da aldosterona sobre o  $\text{K}^+$  é intensificar sua entrada em células que respondem a esta ação, através da estimulação da atividade da “bomba de  $\text{Na}^+$  -  $\text{K}^+$  ATPase”, que baixa os níveis séricos de  $\text{K}^+$ , porém tem pouco efeito sobre a sua excreção renal. Uma estimulação crônica maior da aldosterona aumenta o número de canais de  $\text{K}^+$  da membrana plasmática apical, aumentando, por isso, a permeabilidade apical, o que resulta e maior secreção de  $\text{K}^+$  intracelular. Desta forma, o efeito imediato da aldosterona é a redistribuição de  $\text{K}^+$  do compartimento extra para o intracelular, todavia, com estimulação constante deste hormônio, a excreção renal de  $\text{K}^+$  aumenta (Cunningham, 2004).

A compensação renal frente à deficiência de potássio é pequena, principalmente quando comparada à regulação do sódio. Os rins podem manter a eliminação de potássio constante por vários dias, mesmo que a ingestão deste elemento esteja

consideravelmente diminuída (Morais e Leisewitz, 2007).

Hipercalemia ocorre com menor frequência, sendo geralmente consequência de retenção renal, secundária à falha na excreção de potássio. Casos de hipercalemia podem também estar associados a hipoadrenocorticismo e condições clínicas que cursam com hipovolemia. O aumento da calemia raramente é decorrente da ingestão excessiva de potássio, se a função renal estiver normal, mas é comum por administração iatrogênica de soluções contendo sais deste elemento (Morais e Leisewitz, 2007; Carlson e Bruss, 2008).

O cloro representa cerca de dois terços dos ânions do plasma, além de ser o mais prevalente no fluido extracelular. Além disso, é considerado como o principal ânion filtrado pelo glomérulo e reabsorvido nos túbulos renais. O cloro é importante não apenas para manter a osmolalidade, mas também participa ativamente no equilíbrio ácido-base (Morais e Biondo, 2007). Está presente nos alimentos, comumente associado com o sódio ou potássio. Sua absorção, distribuição e excreção ocorrem de forma passiva, obedecendo os gradientes elétricos originados pelo transporte ativo do  $\text{Na}^+$  (Cunningham, 2004; Morais e Biondo, 2007; Carlson e Bruss, 2008).

Na maioria das vezes, alterações da cloremia estão associadas às alterações da natremia e balanço hídrico. Desvios no estado de hidratação, por mais moderados que sejam, podem levar a alterações bruscas na concentração de sódio e na sua relação com o cloreto. Alguns dos distúrbios ácido-base estão associados com ausência da proporção ideal na relação entre cloreto e sódio (Johnson e Morais, 2007).

A hiperclorêmia é frequentemente observada em animais com acidose metabólica. Neste caso, a elevação da cloremia é resultado do aumento na reabsorção renal do cloreto, em resposta à baixa relação entre íons cloreto e bicarbonato, pela queda do bicarbonato plasmático. A concentração sérica de cloreto tende a variar inversamente à concentração de bicarbonato (Rose e Post,

2001; Cunningham, 2004; Morais e Biondo, 2007).

Mudanças no equilíbrio hídrico podem resultar em modestas alterações nas concentrações relativas de sódio e cloreto plasmático. A desidratação produz aumento relativo na natremia, resultando no desenvolvimento de alcalose de contração. Na hidratação em excesso, ocorre o efeito oposto, resultando em alcalose de expansão (Carlson e Bruss, 2008). As alterações na cloremia, quando não associadas à natremia e à hidratação, estão ligadas aos distúrbios ácido-base (Rose e Post, 2001; Morais e Biondo, 2007).

Hipocloremia é uma característica consistente da alcalose metabólica. A redução de cloreto nos animais com o referido quadro é decorrente de excessiva perda ou sequestro de fluidos ricos neste eletrólito. Em bovinos, é bastante comum se observar tal alteração nos deslocamentos de abomaso para a esquerda ou para a direita e durante os transtornos obstrutivos intestinais, especialmente nas proximidades do duodeno ou piloro, os quais resultam em sequestro das secreções abomasais, ricas em cloretos (Smith, 2006; Divers e Peek, 2008). Nestes casos, é comum o desenvolvimento de alcalose metabólica secundária hipoclorêmica e hipocalêmica. A resposta renal esperada para a alcalose é a excreção de urina alcalina. Apesar disso, a contração de volume e a hipocloremia, impedem a formação de urina alcalina e o resultado é a acidúria paradoxal. O túbulo proximal reabsorve o  $\text{HCO}_3^-$  filtrado, sem levar em consideração o pH plasmático ou a concentração sérica do mesmo. A depleção de volume aumenta a reabsorção de  $\text{Na}^+$ , principalmente por intermédio da aldosterona, e a reabsorção de  $\text{Cl}^-$  e  $\text{H}_2\text{O}$  é intensificada como resposta secundária à maior captação de  $\text{Na}^+$ . Provavelmente a secreção renal de  $\text{HCO}_3^-$  resulta da troca de íons  $\text{Cl}^-$  do fluido tubular por  $\text{HCO}_3^-$  intracelular, no ducto coletor. Como o  $\text{NaCl}$  é ativamente reabsorvido para combater a depleção de volume, pouco  $\text{Cl}^-$  permanece para a troca com  $\text{HCO}_3^-$ , não ocorrendo desta forma, a secreção deste. A secreção ácida no ducto coletor aumenta em resposta à aldosterona e pode ser intensificada

quando há depleção de volume (Cunningham, 2004).

### 2.1.2 Fisiologia do Equilíbrio Ácido-base

As atividades metabólicas orgânicas originam uma elevada carga de substâncias indesejáveis, as quais necessitam ser eliminadas do organismo. Para DiBartola (2007) 50 a 100 mEq de íons  $\text{H}^+$  (ácidos não voláteis ou fixos), são gerados diariamente, a partir do metabolismo de proteínas e fosfolípidios e 10.000 a 15.000 mmol de  $\text{CO}_2$  (ácido volátil) são resultantes do metabolismo de carboidratos e gorduras. O dióxido de carbono é potencialmente um ácido em razão da sua capacidade em se combinar com a  $\text{H}_2\text{O}$  na presença de anidrase carbônica, para formar o ácido carbônico ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ). Desta forma, há necessidade de eliminação de uma carga ácida diária, para que o pH orgânico seja mantido dentro de seus limites compatíveis com o metabolismo.

A concentração de íons hidrogênio no LEC é mantida dentro de estreitos limites, os quais giram em torno de 40 nmol/L. Esta concentração é aproximadamente um milionésimo da concentração dos demais eletrólitos. Mesmo nesta quantidade extremamente baixa, os íons  $\text{H}^+$  têm profundos efeitos nos eventos metabólicos, basicamente através da interação com as proteínas celulares. Tais interações alteram a configuração das proteínas, consequentemente, alterando sua função. A maioria das reações enzimáticas tem uma faixa ótima de pH estreitamente definida, e mudanças na concentração de íons  $\text{H}^+$  têm efeitos diretos na velocidade das reações e assim, em muitos processos biológicos básicos (Carlson e Bruss, 2008).

Apesar da concentração de hidrogênio poder ser expressa em nmol/L, a maneira mais comum é por meio do valor do pH. O pH de uma solução é igual ao logaritmo negativo da concentração de íons  $\text{H}^+$  ( $\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$ ). O valor do pH varia inversamente com a concentração de hidrogênio e desta forma, quando as concentrações deste íon no sangue aumentam, o pH diminui e o animal

desenvolve acidose. De maneira oposta, se a concentração de  $H^+$  diminui, o pH aumenta e desenvolve-se quadro de alcalose (Gomes, 1997).

A regulação do pH envolve controle preciso e rigoroso da concentração de íons  $H^+$  nos meios intra e extracelular. Este processo é realizado basicamente por três vias metabólicas interligadas: tampões intracelulares e extracelulares, eliminação de  $CO_2$  via pulmonar e regulação renal de íons  $H^+$  e  $HCO_3^-$  (Drage e Wilkinson, 2001; Rose e Post, 2001).

Os tampões presentes nos líquidos corporais se constituem de pares conjugados de ácidos e bases fracos, porque estas substâncias são capazes de doar ou receber prótons ( $H^+$ ), respectivamente. Além disso, como sua dissociação é apenas parcial, o controle do pH torna-se preciso (DiBartola, 2007). A distribuição destes tampões acompanha os compartimentos líquidos corporais, havendo desta forma, tamponamento intra e extracelular. Os tampões intracelulares são proteínas, fosfatos (orgânico/inorgânico) e nos eritrócitos, a hemoglobina. No meio extracelular o tamponamento é realizado principalmente pelo sistema tampão bicarbonato-ácido carbônico (Haupt, 1996; Pinheiro, 1997).

As células também podem realizar mecanismo de troca catiônica, o qual pode auxiliar no tamponamento intra e extracelular. Tal mecanismo promove o movimento de  $H^+$  através da membrana celular, na troca por  $K^+$  e  $Na^+$ . Esta remoção de íons  $H^+$  para o LIC ou para o LEC é um mecanismo celular adicional para a regulação do equilíbrio ácido-base (Rose e Post, 2001).

As proteínas agem como substâncias anfóteras, ou seja, podem se comportar como ácido ou base. Representam o tampão mais numeroso do organismo, sendo que  $\frac{3}{4}$  do poder de tamponamento químico dos líquidos corpóreos estão no interior das células, e a maioria resulta de proteínas intracelulares. Apesar de atuarem principalmente no meio intracelular, também podem auxiliar no tamponamento

do LEC (Pinheiro, 1997). Dentre as proteínas, a hemoglobina possui cerca de 80% da capacidade tamponante total, possuindo habilidade para fixar  $CO_2$  e  $H^+$ . As proteínas plasmáticas, em especial a albumina, respondem por cerca de 20% do tamponamento (Haupt, 1996).

No meio extracelular, o par conjugado bicarbonato-ácido carbônico é o sistema de tamponamento mais importante. Além da elevada concentração no LEC, o bicarbonato pode ser recuperado pelos rins, e o  $CO_2$  formado nos tecidos pode ser eliminado pela ventilação alveolar nos pulmões, caracterizando um sistema aberto (Rose e Post, 2001).

O  $CO_2$  produzido nos tecidos, apesar de não ser propriamente um ácido, ao difundir-se na corrente sanguínea, combina-se de maneira instantânea com  $H_2O$ , formando ácido carbônico ( $H_2CO_3$ ), um ácido fraco. Devido à sua grande instabilidade, o ácido carbônico dissocia-se rapidamente, liberando íons  $H^+$  e  $HCO_3^-$ . Esta reação é mediada pela anidrase carbônica, que está presente nos eritrócitos (DiBartola, 2007).

Nos eritrócitos, a elevação da concentração de íons  $H^+$  é prevenida porque a maior parte dos mesmos é tamponada pela hemoglobina. Desta forma, os íons bicarbonato saem das células, na troca com íons cloreto, e irão atuar como tampão no LEC. Tal mecanismo é conhecido como “desvio de cloreto”. Assim, boa parte do  $CO_2$  é carregado pelo sangue sem causar alteração no pH (DiBartola, 2007).

O par conjugado bicarbonato-ácido carbônico é o sistema de tamponamento mais importante. A concentração de bicarbonato sanguínea é em média de 24 mEq/L, porém a concentração do ácido carbônico não pode ser mensurada, por causa da sua alta instabilidade (Haupt, 1996). Há uma relação direta entre a quantidade de  $CO_2$  no sangue, determinada pela pressão arterial parcial de  $CO_2$  ( $pCO_2$ ), e a quantidade de  $H_2CO_3$  sanguínea. Desta forma, a  $pCO_2$  é o método convencional de se avaliar a concentração de  $H_2CO_3$ . O valor da  $pCO_2$  é de 40 mmHg e a constante de dissociação do  $CO_2$  no sangue é de 0,03



(Carlson e Bruss, 2008). A concentração do bicarbonato e a  $p\text{CO}_2$  formam o par tampão utilizado para monitorar o pH do sangue, já que a concentração de  $\text{H}^+$  do LEC é determinada pela relação entre ambos (Rose e Post, 2001).

Além do tamponamento intra e extracelular, o sistema respiratório está relacionado com a manutenção do pH, já que o  $\text{CO}_2$  é responsável pela maior parte de carga ácida produzida durante os processos metabólicos (Drage e Wilkinson, 2001). Os pulmões respondem rapidamente às variações de pH, alterando a taxa de remoção de  $\text{CO}_2$  do sangue e, conseqüentemente a taxa de  $\text{H}_2\text{CO}_3$ .

Os pulmões são responsáveis pela oxigenação sanguínea e ventilação alveolar. A pressão arterial de oxigênio ( $\text{PaO}_2$ ) é o parâmetro utilizado para a avaliação da oxigenação pulmonar, enquanto a  $p\text{CO}_2$  é utilizada para avaliação da ventilação pulmonar. A  $p\text{CO}_2$  é inversamente proporcional a função alveolar, tal fato implica que pequenas mudanças na ventilação pulmonar alteram rapidamente a concentração de  $\text{CO}_2$ , íons  $\text{H}^+$  e pH (Carvalho, 1997).

O poder de tamponamento geral do sistema respiratório é cerca de duas vezes maior que o de todos os tampões químicos. Entretanto, o controle respiratório não consegue trazer o pH ao valor normal quando alterado por alguma anormalidade externa ao sistema respiratório. Isto ocorre porque à medida que o pH volta ao normal, o estímulo que causou o aumento ou a redução da ventilação deixa de existir (Pinheiro, 1997).

Os rins desempenham papel fundamental na manutenção do pH, pois controlam volume e composição do LEC, representando a terceira linha de defesa do equilíbrio ácido-base. Eles são responsáveis pela reabsorção e regeneração do bicarbonato presente no ultrafiltrado glomerular, processo este que está associado à excreção de íons  $\text{H}^+$  (Houpt, 1996).

Os rins agem na eliminação dos excessos de ácidos e bases de origem não respiratória, desta forma, a função renal por si só não é

capaz de restabelecer o equilíbrio ácido-base. Os ácidos fixos excretados na urina reagem com os tampões presentes na mesma. A ação dos tampões urinários, principalmente fosfatos e amônia, evitam a queda brusca do pH da urina (Rose e Post, 2001; Cunningham, 2004).

## 2.2 HEMOGASOMETRIA

A hemogasometria é uma ferramenta importantíssima para a avaliação do estado ácido-base, monitoramento do tratamento e avaliação prognóstica do quadro clínico. O diagnóstico de alterações hidroeletrólíticas e ácido-base, por meio somente dos sinais clínicos observados é pouco preciso e pode trazer riscos para o paciente (Gomes, 1997).

O pH define a condição ácido-base principal, expõe a situação de prognóstico iminente do paciente e deve ser o primeiro resultado a ser interpretado. Quando normal, mantém viável a homeostasia celular, ainda que existam concentrações anormais de ácidos ou bases no organismo. Nestas condições são diagnosticados estados de acidemia ou alcalemia e alterações ácido-base ditas compensadas. Quando alterado, define os estados de acidose ou alcalose e interfere de modo importante na homeostase (Gomes, 1997). Valores alterados de pH sempre indicam desvio primário, ou seja, acidose ou alcalose. Entretanto, pH aparentemente normal não descarta a possibilidade de alterações no equilíbrio ácido-base. Deve-se sempre considerar a espécie em questão, mas como regra geral, pH menor que 7,3 indica acidose e maior do que 7,5 sugere alcalose. Os limites de referência de pH nos bovinos estão entre 7,32 e 7,44 (Carlson e Bruss, 2008).

A  $p\text{CO}_2$  define o componente respiratório do estado ácido-base, dada a afinidade química do  $\text{CO}_2$  para a formação preferencial de ácido carbônico (Gomes, 1997). Os valores fisiológicos da  $p\text{CO}_2$  para bovinos variam de 35 a 44 mmHg (Carlson e Bruss, 2008). O aumento da  $p\text{CO}_2$  ocorre na acidose respiratória, normalmente associada a afecções neste sistema. A redução dos seus valores é indicativa de

alcalose respiratória, comuns em hiperventilação ou em decorrência de distúrbios neurológicos (DiBartola, 2007).

Os valores de bicarbonato e desvio de base identificam o componente metabólico, quando alterados no mesmo sentido do pH. Estes valores podem ser associados ao ânion gap, que auxilia no diagnóstico da causa primária, quando há acidose ou alcalose metabólicas (Gomes, 1997).

O bicarbonato pode ser medido como padrão ou sérico. Bicarbonato padrão é uma maneira comum de se expressar anormalidades metabólicas do pH. Refere-se ao valor do bicarbonato plasmático calculado, descartando-se alterações respiratórias, isto é, ajustando-se a  $p\text{CO}_2$  para 40 mmHg. O bicarbonato sérico é aquele que é medido diretamente no sangue (Bookallil, 2012).

Excesso de bases (BE) é definido como a quantidade de ácido, em número de mEq/L, necessário para restabelecer o pH de um litro de sangue a 37°C e  $p\text{CO}_2$  de 40 mmHg, ao valor de 7,4 (Bookallil, 2012). Alguns autores preferem denominar este parâmetro pelo nome de desvio de bases, já que o que se determina é a diferença entre a concentração normal de bases e a concentração encontrada no momento da avaliação, ou seja, poderia existir déficit ou excesso, dependendo da condição clínica do paciente (Gomes, 1997). Ocorre desvio de bases somente para ácidos não voláteis e desta forma, os desvios de base refletem distúrbios ácido-base metabólicos. Em geral, valores negativos, isto é, déficit de bases, indicam acidose metabólica, enquanto que valores positivos, são sugestivos de alcalose metabólica (DiBartola, 2007).

Os principais cátions do LEC são sódio, potássio, cálcio e magnésio, enquanto que os principais ânions são o cloreto, bicarbonato, proteínas plasmáticas, ácidos orgânicos (incluindo lactato), fosfato e sulfato. A soma das concentrações dos cátions comumente medidos excede a soma das concentrações dos ânions comumente medidos e a esta diferença, dá-se o nome de “ânion gap” ou janela aniônica (DiBartola,

2007). Entretanto, é princípio básico orgânico a manutenção da neutralidade elétrica no meio interno, e a diferença aniônica é apenas virtual. Como não são mensurados todos os eletrólitos presentes no sangue, para simplificação, adota-se como valor de janela aniônica a seguinte equação, onde são considerados os íons de maior concentração e importância no LEC:  $(\text{Na}^+ + \text{K}^+) - (\text{Cl}^- + \text{HCO}_3^-)$ . As cargas dos cátions não medidos tendem a balancear as dos ânions não medidos. Os valores normais da janela aniônica para a maioria das espécies, estão entre 10 e 20 mEq/L ou 10 a 20 mmol/L (Carlson e Bruss, 2008).

Valores aumentados para janela aniônica sugerem acidose orgânica ou insuficiência renal. Isto se deve ao fato de que, após a elevação de ácidos fixos, há consumo de base tampão, a qual leva à diminuição dos ânions medidos. A presença de acidose com valor normal para janela aniônica, é sugestiva de associação da mesma à elevação na concentração de cloreto. Apesar destas características, o uso da janela aniônica como parâmetro isolado para o diagnóstico de distúrbios ácido-base, parece não ser muito garantido. Sua principal utilidade deveria ser a de chamar a atenção para possíveis alterações no pH e confirmar medidas de eletrólitos e pH (Bookallil, 2012).

O dióxido de carbono total ( $t\text{CO}_2$ ) é a soma dos valores de bicarbonato e  $\text{CO}_2$  dissolvido, dando uma estimativa grosseira do estado ácido-base do paciente. Os valores fisiológicos do  $t\text{CO}_2$  variam de 25,6 a 33,4 mEq/L. Valores reduzidos são indicativos de acidose e aumentados, de alcalose. Como os níveis de  $t\text{CO}_2$  são diretamente dependentes das influências metabólicas e respiratórias, a interpretação dos seus resultados é limitada (Carlson e Bruss, 2008).

Os mecanismos promovidos pelo organismo frente a desequilíbrios ácido-base se referem a respostas contrárias ao distúrbio primário, na tentativa de retornar o pH à normalidade. Entretanto, com exceção dos quadros de acidose respiratória crônica, nenhuma resposta compensatória é capaz de trazer o pH para seus valores

normais (Gomes, 1997). A TAB. 1 faz um resumo da interpretação das alterações dos

componentes primários do equilíbrio ácido-base.

TABELA 1 - Alteração dos componentes primários do equilíbrio ácido-base e suas respostas compensatórias

pH	pCO <sub>2</sub>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Desvio de Bases	Alteração
7,4	40 mmHg	24 mEq/L	0	Normalidade
↑	↓	↓	0 ou -	Alcalose respiratória
↑	↑	↑	+	Alcalose metabólica
↓	↑	↑	0	Acidose respiratória
↓	↓	↓	-	Acidose metabólica
↓	↑	↓	-	Acidose mista respiratória e metabólica
↑	↓	↑	+	Alcalose mista respiratória e metabólica
7,4	↑	↑	+	Distúrbio misto acidose alcalose
7,4	↓	↓	-	Distúrbio misto alcalose acidose

Fonte: Adaptado de Bookallil (2012).

Para a correta interpretação do resultado da hemogasometria e avaliação do estado ácido-base do paciente, deve-se manter uma sequência lógica para a determinação de possíveis anormalidades. Primeiramente examina-se o pH, seguido da pCO<sub>2</sub> e em terceiro o HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>. Em seguida, com base nas alterações compensatórias esperadas, deve-se determinar a existência de distúrbio primário com resposta compensatória apropriada, distúrbio misto (duas ou três alterações primárias ocorrendo simultaneamente) ou distúrbio compensado. Um distúrbio compensado somente pode ser identificado por um pH normal com valores anormais de pCO<sub>2</sub> e HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, os quais mudaram de maneira apropriada, com base no distúrbio primário. A análise feita de maneira diferente desta sequência, pode gerar confusão na interpretação dos resultados. Outro ponto importantíssimo é o

fato de que os eletrólitos, exame físico, descoberta da causa primária e outras técnicas de diagnóstico devem ser avaliadas concomitantemente à hemogasometria para que se determine a terapia mais apropriada para a correção do problema. Como qualquer outra ferramenta de diagnóstico, a hemogasometria deve ser usada como mais um “pedaço do quebra-cabeça” e não lançada como um teste diagnóstico exclusivo (Day, 2002).

A TAB. 2 reúne intervalos de referências de vários autores sobre os principais parâmetros ligados ao equilíbrio eletrolítico e ácido-base em bovinos.

TABELA 2 - Valores de referência do estado ácido-base e eletrólitos séricos em bovinos

Parâmetros	Bovinos				
	Dirksen, 1993	Radostits et al., 2007	Smith, 2006	Carlson e Bruss, 2008	Kaneko et al., 2008
Na (mEq/L)	135-155	132 - 152	132-152	132 - 152	132-152
K (mEq/L)	4-5	3,9 – 5,8	3,9-5,8	3,9 – 5,8	3,9-5,8
Cl (mEq/L)	90-100	95 - 110	97-111	97 – 111	97-111
Ca (mg/dL)	8-12	9,7 – 12,4	9,7 – 12,4	9,7 – 12,4	9,7 – 12,4
Mg (mg/dL)	1,9-2,7	1,8 – 2,3	1,8 – 2,3	1,8 – 2,3	1,8 – 2,3
Janela Aniônica (mEq/L)	-	14-26	14-20	13,9 – 20,2	-
HCO <sub>3</sub> (mEq/L)	20-30	20 - 30	17-29	20 - 30	17-29
Osmolalidade (mOsmol/kg)	-	270-306	270-300	-	-
pCO <sub>2</sub> (mmHg)	35-53	34-45	35 - 44	35 - 44	-
pH	7,40-7,46	7,35-7,50	7,31-7,53	7,32 – 7,44	7,31-7,53

Fonte: Adaptado de diversos autores.

## 2.3 BIOQUÍMICA

### 2.3.1 Lactato

O lactato é produzido por células de diversos órgãos e tecidos em situações de anaerobiose. Musculatura esquelética, cérebro, coração, pele, trato gastrointestinal e hemácias, são seus maiores produtores sob condições normais. Hiperlactatemia é uma elevação na concentração de lactato, e acidose láctica é uma elevada concentração de lactato, acompanhada por uma diminuição no pH sanguíneo. Normalmente, acidose láctica é produzida como resultado de hipoperfusão tecidual e hipóxia, as quais podem ocorrer em casos de choque, anemia grave e afecções respiratórias. Outras causas que podem dar origem a acidose láctica são drogas ou toxinas, defeitos mitocondriais e enfermidades que resultem em septicemia, que irão levar a comprometimento da produção aeróbica de energia e consumo de lactato. Em humanos, o lactato tem sido extensivamente pesquisado em pacientes críticos, e demonstrado ser uma ferramenta útil para avaliar a gravidade da doença e monitorar a resposta à terapia. Na veterinária, estudos apontam a mensuração do lactato como útil e prático também para avaliar a gravidade da doença, embora haja a necessidade de mais pesquisa na área (Allen e Holm, 2008).

Em ruminantes, é importante destacar o lactato de origem fermentativa, no distúrbio digestivo da acidose láctica rumenal. Tal enfermidade, também conhecida como indigestão tóxica ou sobrecarga por grãos, representa a forma mais grave de indigestão e está associada com o consumo de grande quantidade de concentrados ou mudança brusca para dieta contendo altos níveis de alimentos fermentáveis finamente moídos, tais como milho ou trigo (Divers e Peek, 2008). Quando carboidratos estão disponíveis em excesso, bactérias de crescimento rápido, como *Streptococcus bovis*, superam as bactérias celulolíticas de crescimento lento, produzindo ácido láctico como seu produto final. São originadas tanto a forma L como a forma D do ácido láctico pelos microorganismos rumenais, embora os tecidos animais produzam

apenas o L-lactato. As vias do animal para o metabolismo do ácido D-láctico não são tão eficientes como as vias para o ácido L-láctico e desta forma, a absorção de ambas conduz ao acúmulo predominante de D-lactato na circulação sanguínea, podendo originar quadro de acidose metabólica (Smith, 2006).

Em seres humanos, sob condições normais, são produzidos por volta de 15 a 30 mmol/kg/dia de lactato, com os níveis sanguíneos mantidos entre 0,5 e 1 mol/L, obedecendo-se a um equilíbrio entre a produção e o consumo. Musculatura esquelética, cérebro, coração, pele, trato gastrointestinal e eritrócitos, são os maiores produtores de lactato no organismo, sob condições normais (Luft, 2001). O fígado e os rins respondem por grande parte da utilização do mesmo, metabolizando 50% e 20%-30%, respectivamente, do lactato produzido (Madias, 1986 citado por Allen e Holm, 2008).

Em bovinos, as concentrações séricas de lactato variam entre 0,56 a 2,2 mmol/L (Kaneko et al., 2008). Dirksen et al. (1993) afirma que sua interpretação é limitada, já que o estresse também teria influência sobre os valores do referido metabólito.

### 2.3.2 Nitrogênio Uréico Sanguíneo (BUN) e Creatinina

O BUN e creatinina são subprodutos do metabolismo do nitrogênio e, associados à urinálise, constituem-se nos indicadores mais práticos de insuficiência renal. Ambos são excretados pelos rins e à medida que a taxa de filtração glomerular diminui, suas concentrações plasmáticas elevam-se, resultando em um quadro conhecido como azotemia (Thrall et al., 2012).

O termo nitrogênio uréico sanguíneo (BUN) é consagrado na literatura veterinária, apesar de normalmente as determinações do mesmo serem realizadas em amostras de soro ou plasma (Smith, 2006). Thrall et al. (2012) cita que tal termo, apesar de ter seu uso muito difundido, tenderá a tornar-se inadequado devido às mudanças na metodologia de

mensuração. Inicialmente, o método da urease liberava nitrogênio a partir da uréia e desta forma, a quantidade de nitrogênio era medida, ou seja, obtinha-se o BUN. Agora, a uréia é mensurada a partir da liberação de íons amônio via urease.

A uréia é uma forma atóxica de secreção da amônia gerada pelo catabolismo de aminoácidos e pela microflora intestinal (Smith, 2006). Após ter sido formada no fígado, é transportada no plasma até os rins, para ser eliminada na urina. Durante este trajeto, sua concentração pode ser mensurada no plasma e está sujeita à interferência de variados fatores, tais como dieta, septicemia, anormalidades hormonais, estado catabólico, dentre outros (Kerr, 2002; Kaneko et al., 2008).

O BUN é livremente filtrado pelos glomérulos e aproximadamente 50% é reabsorvido passivamente pelos túbulos proximais, com cerca de 10% sendo ativamente reabsorvido nos túbulos coletores. A quantidade reabsorvida varia com a velocidade do fluxo através dos túbulos. Quanto mais lento for o fluxo, mais BUN será reabsorvido. É por esta razão que em animais desidratados, suas concentrações séricas estão desproporcionalmente mais elevadas que as de creatinina (Thrall et al., 2012).

A creatinina é derivada do uso cíclico da fosfocreatina, o reservatório de energia do músculo, resultando na produção de fosfato inorgânico e creatinina (Smith, 2006). A creatina é produzida pelo fígado a partir de aminoácidos. A mesma circula no plasma antes de ser captada pela musculatura esquelética, onde é estocada como energia na forma de fosfocreatina. Creatina é convertida em creatinina através de uma reação não enzimática irreversível, e em seguida é lançada na corrente circulatória. Assim, a creatinina é liberada da musculatura esquelética em concentração mais ou menos constante, já que é reflexo da massa muscular, a qual não se altera rapidamente (Radostits et al., 2007).

É importante ressaltar que a concentração de creatinina é um melhor indicador da taxa de filtração glomerular que o BUN, devido

à sua produção e excreção serem muito mais constantes, e devido à mesma não ser metabolizada por processos renais ou extra-renais. Por outro lado, além do BUN ser mais influenciado por fatores extra-renais, boa parte do que é excretado no filtrado glomerular é reabsorvido, alterando desta forma, suas concentrações séricas. A taxa de reabsorção do BUN varia com o estado de hidratação do animal, bem como com a velocidade do fluxo do filtrado glomerular dentro dos túbulos (Thrall et al., 2012).

O desenvolvimento de um quadro de insuficiência renal (diversas causas), redução do fluxo sanguíneo para os rins (desidratação, insuficiência cardíaca ou choque) ou falha para excretar urina (ruptura ou obstrução do trato urinário) resultarão em elevação nas concentrações séricas de BUN e creatinina. Caso os mesmos não sejam excretados de forma adequada, suas concentrações irão aumentar (azotemia) e isto poderá levar o animal a desenvolver sinais clínicos de acúmulo de toxinas urinárias, conhecido como uremia. Tal aumento não ocorrerá até que cerca de 75% a 90% dos néfrons estejam afunccionais (Thrall et al., 2012).

### 2.3.3 Glicose

A glicose é a fonte de energia do sistema nervoso central e a fonte primária de energia para os tecidos (Radostits et al., 2007). Sua concentração sanguínea é proveniente da: absorção intestinal, produção hepática e produção renal. Além da glicose proveniente da dieta, a produção hepática deste carboidrato é importantíssima, sendo proveniente dos processos de gliconeogênese e glicogenólise (hidrólise do glicogênio a glicose). Nos ruminantes a gliconeogênese a partir do ácido propiônico é a principal fonte de glicose sanguínea. Embora o fígado seja considerado como o local primário de produção de glicose, gliconeogênese também foi descrita em células epiteliais renais (Thrall et al., 2012).

Devido à necessidade de concentrações séricas normais de glicose para adequado funcionamento cerebral, o organismo

elabora caminhos para assegurar que as mesmas sejam mantidas. Como decorrência disso, a glicose sanguínea pode ser proveniente de uma ou mais fontes, dependendo do estado metabólico atual. Logo após absorção intestinal, a mesma é transportada até os locais de estocagem de glicogênio, principalmente fígado e músculos. Nos períodos de jejum, suas concentrações são mantidas pela mobilização de carboidratos, normalmente com predominância de glicogenólise hepática, com alguma lipólise e gliconeogênese. No caso de a fome ser prolongada, lipólise e até mesmo proteinólise tornam-se mais importantes (Kerr, 2002).

A glicemia é regulada por um complexo e

eficiente mecanismo de retroalimentação e controle hormonal, com o objetivo de assegurar concentrações razoavelmente constantes de glicose, independente do estado de abundância ou carência. Durante circunstâncias normais do dia-a-dia, o glucagon e o hormônio do crescimento são responsáveis pela manutenção das concentrações adequadas de glicose, enquanto que em estados anormais, como jejum prolongado ou estresse, os glicocorticóides e adrenalina, são particularmente importantes. Em contraste aos múltiplos fatores atuando para aumentar a glicose, há somente um hormônio responsável pela sua redução, que é a insulina (Kerr, 2002; Castro et al., 2009). A FIG. 1 apresenta um resumo da regulação hormonal da glicose sanguínea.

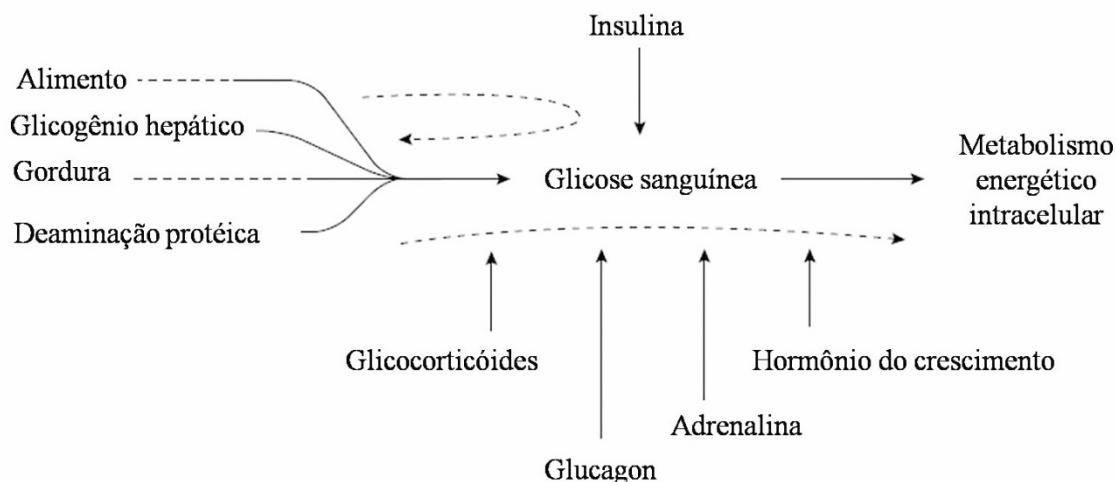


FIGURA 1 - Hormônios envolvidos na regulação da concentração de glicose sanguínea. Fonte: Kerr, 2002.

As adaptações metabólicas necessárias para dar suporte às mudanças na partição de nutrientes associadas com a lactogênese, são mediadas por regulação endócrina. As concentrações hormonais se alteram para coordenar a homeostase e homeorese metabólica, associadas com o final da gestação e início da lactação (Bauman e Currie, 1980). A principal mudança neste período, visa incrementar o fluxo sanguíneo e a atividade metabólica da glândula mamária, para que se aumente a disponibilidade e aproveitamento dos nutrientes, ao mesmo tempo em que se reduz esta capacidade de aproveitamento pelos tecidos periféricos. A utilização tecidual de glicose diminui, enquanto que o

uso de lipídeos como fonte de energia, aumenta. A redução na concentração de insulina, direciona a disponibilidade deste nutriente para a glândula mamária, cuja captação de glicose, não depende deste hormônio para acontecer (Collier et al., 1984).

Durante o início da lactação, as concentrações de glucagon aumentam com relação ao período seco, para estimular lipólise e gliconeogênese, com o intuito de fornecer ao corpo a energia que ele necessita (de Boer et al., 1985). As adaptações metabólicas associadas com o período de transição incluem aumento da gliconeogênese, com redução da utilização

periférica de glicose e aumento da mobilização e utilização periférica de ácidos graxos não esterificados (NEFA). Resistência à insulina desenvolve-se em muitas espécies durante o final da gestação e continua após o parto. Esta sensibilidade diminuída, associada à redução nas concentrações de insulina, altera a utilização corporal da glicose, pois deixa este nutriente menos disponível para as células insulino-dependentes (Bell, 1995). As baixas concentrações de insulina e as altas de glucagon, indicam a predominância da gliconeogênese e glicogenólise, objetivando-se suprir a elevada demanda de glicose para a glândula mamária, para a síntese contínua de lactose, após o parto (de Boer et al., 1985).

Os hormônios glicocorticóides são importantes mediadores do metabolismo intermediário e um dos seus efeitos marcantes é o estímulo da gliconeogênese hepática, a qual envolve a conversão de aminoácidos em carboidratos. O resultado final é um aumento do glicogênio hepático e uma tendência de aumentar os níveis de glicose sanguínea (Cunningham, 2004). O cortisol, principal glicocorticóide dos bovinos, normalmente atinge seu pico de concentração no dia do parto (Tucker, 2000). Estas particularidades metabólicas e hormonais do periparto, as quais visam preparar a vaca para o início do processo de lactogênese, são responsáveis pelo aumento fisiológico da glicose nas primeiras horas pós-parto.

### 2.3.4 Hemoglobina

A hemoglobina é uma proteína conjugada, composta por uma molécula simples, a globina e por um núcleo prostético do tipo porfirina, chamado heme, cujo principal componente químico é o ferro. Outros complexos semelhantes incluem mioglobina e enzimas contendo o grupo heme, tais como catalase, peroxidase e citocromos. A molécula de hemoglobina desempenha um papel fisiológico central no organismo, tendo em vista que relaciona-se à ligação, transporte e liberação de oxigênio para os tecidos. É sintetizada dentro dos eritrócitos em formação e sua síntese é

coordenada com as fases de desenvolvimento dos precursores dos mesmos (Weiss e Wardrop, 2010).

Os grupamentos heme e polipeptídeos da hemoglobina conectam-se através de pontes que se abrem facilmente para fazer ligação com O<sub>2</sub> ou CO<sub>2</sub>. Tais ligações obedecem ao grau local de tensão destes gases. Nos capilares pulmonares, a tensão elevada de O<sub>2</sub> e baixa de CO<sub>2</sub>, promove a ligação da hemoglobina ao O<sub>2</sub>, a qual ocorre juntamente com a liberação de CO<sub>2</sub>. Esta reação, ocorrerá e forma inversa nos capilares dos tecidos, já que as concentrações dos gases neste local, também estarão ao contrário do que ocorre no pulmão (Garcia-Navarro, 2005; Weiss e Wardrop, 2010).

As hemácias, no final da vida útil, perdem elasticidade e não conseguem mais passar pelos sinusóides do baço, onde são fagocitadas por macrófagos. No interior dos mesmos, ocorre desmembramento da hemoglobina, com liberação do ferro do heme e da globina, formando-se então a bilirrubina, a qual abandona o macrófago e passa a circular no plasma. A dosagem total da hemoglobina reflete diretamente a capacidade do eritrócito como carreador de oxigênio (Garcia-Navarro, 2005; Weiss e Wardrop, 2010).

### 2.3.5 Proteína Plasmática Total

O plasma é composto por uma grande variedade de proteínas, dentre elas albumina, imunoglobulinas, enzimas, proteínas específicas de transporte (transferrina), proteínas hormonais e fatores de coagulação. A maioria delas é sintetizada no fígado a partir de aminoácidos, e todas desempenham papéis específicos no organismo, embora como um grupo, tenham a função de manter a pressão osmótica do plasma (Kerr, 2002).

Alterações na concentração das proteínas plasmáticas podem ocorrer de forma secundária, em grande número e doenças, e como principal achado anormal, em algumas delas. A mensuração da concentração de proteínas plasmáticas,

muitas vezes fornece informações importantes, as quais podem ser úteis para estreitar as possibilidades diagnósticas e algumas vezes, para revelar a presença de doença específica (Thrall et al., 2012).

A concentração das proteínas está na dependência dos equilíbrios hídrico e hormonal, estado nutricional e outros fatores envolvidos em condições de saúde. A meia-vida das mesmas correlaciona-se com a espécie animal em questão. Os estados fisiológicos de prenhez, parição e lactação alteram as concentrações de proteínas plasmáticas (Jain, 1993).

Pode-se estimar a concentração total de proteínas do plasma ou soro através da utilização de um refratômetro. As moléculas de proteínas aumentam o índice refrativo do fluido, proporcionalmente à sua concentração. É importante ressaltar, entretanto, que há outras moléculas potencialmente presentes no plasma ou soro, as quais podem aumentar o índice refrativo e desta forma, elevar erroneamente a estimativa da concentração protéica. As substâncias com maior probabilidade de interferir significativamente incluem as lipoproteínas (no caso de soro lipêmico), colesterol, uréia e glicose (George, 2001).

Em vacas com aptidão leiteira, diversos trabalhos foram realizados com o intuito de avaliar o comportamento do proteinograma no período de transição e os motivos das mudanças ocorridas neste período. Em pesquisa realizada por Moraes et al. (1997) com 81 vacas da raça Holandesa no periparto, constatou-se que os menores valores de imunoglobulinas séricas, foram obtidas no período compreendido entre 14 dias pré-parto até sete dias pós-parto. A influência da gestação e do puerpério, foi evidenciada por meio de redução nas concentrações de proteína plasmática total e frações, mais acentuada ao parto, principalmente em decorrência da migração de imunoglobulinas para a composição do colostro (Fagliari et al., 1998; Feitosa e Birgel, 2000; Birgel Júnior et al., 2003).

### 2.3.6 Enzimologia

A enzimologia clínica estuda e testa atividade enzimática no soro, plasma, urina ou outros fluidos corporais, com o propósito de ajudar a estabelecer o diagnóstico e prognóstico de doenças e fazer uma triagem para anormalidades nas funções dos órgãos (Kaneko et al., 2008).

Embora as células do organismo contenham o mesmo DNA, nem todos os genes são expressados em cada uma delas. Ao invés disso, as proteínas necessárias à função celular são sintetizadas, enquanto outros genes são suprimidos. Desta forma, cada célula contém sua própria “impressão digital” de enzimas. Usualmente, baixos níveis de enzimas estão presentes no plasma, refletindo o equilíbrio entre a sua liberação durante os processos normais de renovação celular, e o seu catabolismo ou excreção (Kerr, 2002).

Considerando-se a importância da enzimologia como ferramenta diagnóstica, alguns princípios básicos devem ser considerados. Órgãos, tecidos ou células distintos, irão conter enzimas diferentes. Em alguns casos, somente poucos órgãos ou tecidos são responsáveis por produzir determinada enzima. Esta especificidade tissular, tende a ser uma ferramenta diagnóstica mais útil. A detecção de atividade enzimática sérica aumentada, sugere lesão das células de origem ou estímulo da produção celular da referida enzima. Assim, o diagnóstico enzimológico é uma forma de se localizar em qual tecido ocorreu a lesão ou estímulo à produção enzimática aumentada (Thrall et al., 2012).

Atividade enzimática sérica aumentada pode ser resultado de extravasamento ou indução. As enzimas podem ser liberadas na corrente sanguínea quando a lesão altera a membrana celular, as quais receberão a denominação de enzimas de extravasamento. Por outro lado, indução envolve aumento da produção de uma enzima pelas células que normalmente produzem as mesmas em pequenas quantidades. Este aumento de produção é induzido por algum tipo de estímulo, o qual resulta em aumento da liberação da enzima



pelas células e conseqüentemente, elevação na sua atividade sérica. As enzimas que passam para o soro por meio deste mecanismo, são denominadas de enzimas de indução (Thrall et al., 2012).

A redução da atividade enzimática é muito menos frequentemente usada para interpretação clínica, e na maioria das vezes, este achado é decorrente de estocagem inadequada da amostra. Entretanto, há poucos casos específicos, onde baixa atividade enzimática poderá indicar que o órgão correspondente esteja hipoplásico, atrofiado ou destruído. O exemplo mais comum disto é a redução nas concentrações de tripsina imuno reativa (IRT) na deficiência pancreática exócrina (Kerr, 2002).

A atividade da aspartato aminotransferase (AST) é relativamente alta nos hepatócitos, musculatura esquelética e cardíaca de todas as espécies, embora possam haver variações entre elas (Boyd, 1983). Desta forma, a mesma não é considerada uma enzima hepato-específica. AST enquadra-se como uma enzima de extravasamento, encontrada predominantemente no citoplasma, com cerca de 20% localizada dentro da mitocôndria (Keller, 1981). Atividade aumentada da AST pode ser decorrente de lesão moderada a grave de hepatócitos ou células musculares (Thrall et al., 2012).

Em equinos e ruminantes, AST é frequentemente usada como teste de rotina para detecção de lesão nos hepatócitos e incluída na maioria dos perfis bioquímicos de animais de grande porte, já que a alanina aminotransferase (ALT), tem baixa atividade nos hepatócitos destas espécies. Em grandes animais, aumento da atividade sérica de AST pode ser resultado do mesmo espectro de doenças hepáticas associadas à ALT em cães e gatos. O principal problema com AST em detectar lesão hepática é a sua falta de especificidade para este órgão, embora tal problema possa ser minimizado pela avaliação conjunta da mesma com a creatina quinase (CK), que é uma enzima músculo-específica (Thrall et al., 2012).

A gama-glutamil transferase (GGT), considerada uma enzima de indução, é

sintetizada pela maioria dos tecidos, com atividade mais alta ocorrendo no pâncreas, rins e glândula mamária de caninos, bovinos, caprinos e ovinos (Keller, 1981; Kaneko et al., 2008). Também está presente, em menores concentrações, nos hepatócitos, epitélio dos ductos biliares, pulmões, vesícula seminal e mucosa intestinal (Kaneko et al., 2008; Thrall et al., 2012).

Nas espécies de animais de grande porte, a elevação da GGT sérica é um dos indicadores mais confiáveis de lesão hepática e obstrução biliar. Está mais associada com lesão hepática crônica que a sorbitol desidrogenase (SDH) e a glutamato desidrogenase (GDH), já que frequentemente sua concentração está normal quando ambas estão elevadas e aumenta quando SDH e GDH declinam. Processos mórbidos como intoxicação por alcalóides pirrolizidínicos, hepatite crônica ativa, colângio-hepatite e colelitíase, provocam lesões hepáticas, principalmente na região periportal, levando ao aumento marcante e persistente da atividade sérica da GGT (Kerr, 2002; Smith, 2006)

A fosfatase alcalina (ALP) é uma enzima de indução, e uma das mais amplamente distribuídas no corpo. Consiste de um grupo de várias isoenzimas, as quais hidrolisam fosfato em pH alcalino e são encontradas particularmente nos osteoblastos, fígado e parede intestinal, embora também sejam sintetizadas nos rins, pâncreas e placenta. Atividade mais alta de ALP é encontrada em animais jovens com elevada atividade osteoblástica. Após o fechamento das placas de crescimento epifiseal, a atividade da mesma é reduzida e é principalmente de origem hepática (Keller, 1981; Kerr, 2002).

A ALP é utilizada na maioria das espécies como marcador de obstruções intra ou extra-hepáticas do sistema biliar. Aumentos na atividade da ALP sérica estão relacionados à atividade osteoblástica em animais jovens e em fase de crescimento rápido, riquetsioses e em consolidações de fraturas (Smith, 2006).

A lactato desidrogenase (LDH) catalisa a conversão reversível piruvato a lactato e é

uma das maiores moléculas protéicas do corpo (Kerr, 2002). A LDH é encontrada em concentrações relativamente altas em diversos órgãos e tecidos corpóreos, desde coração, fígado, músculos e rins, passado por eritrócitos e leucócitos. Tal característica implica em uma redução do seu uso como ferramenta diagnóstica, já que seus limites de sensibilidade e especificidade, são reduzidos. Elevação na atividade enzimática sérica de LDH deverá ser avaliada com relação a outras enzimas que sejam mais específicas para determinados órgãos (Smith, 2006; Kaneko et al., 2008).

#### 2.4 FLUIDOTERAPIA EM BOVINOS ADULTOS

A água é requerida para todas as funções corporais e é considerada o mais essencial de todos os nutrientes. A dieta pode ser perfeitamente balanceada, mas quando negligencia-se a qualidade, quantidade e acessibilidade à água, o resultado poderá ser redução da produção de leite ou mesmo morte. De fato, uma perda de aproximadamente 20% da água corporal normalmente é fatal (NRC, 2001).

Por volta de 56% a 81% do peso corporal de uma vaca plurípara com aptidão leiteira, é composto por água. Para um animal de 680 kg, a porção do seu peso corporal em água, varia de 380 a 551 kg. O rúmen, além da sua função digestiva, funciona com um reservatório de água, o qual pode proteger o animal contra insuficiência temporária da mesma (dificuldade de acesso à fonte limpa), aumento de perdas de água corporal (diarréia, doença do sistema respiratório ou urinário) ou aumento da demanda por água (febre, temperatura ambiental elevada, produção de leite, gestação). Entretanto, esta proteção é limitada, caso o suprimento de água não seja novamente restabelecido (Kopcha, 2008).

A terapia de reposição de fluidos e eletrólitos em bovinos é uma ferramenta terapêutica essencial e que deveria ser mais bem explorada pelos veterinários buiatras (Garcia, 1999). Apesar da sua importância, vários fatores limitam o uso e a efetividade

da fluidoterapia em bovinos adultos. O tamanho do paciente irá impor grandes limitações para o veterinário, e a contenção do mesmo, pode ser um problema, especialmente para administração de soluções endovenosas por períodos prolongados. O grande volume de fluido requerido para reidratar um animal de grande porte, mesmo com desidratação moderada, pode tornar-se um grande desafio. Além disso, quando a terapia é feita na fazenda, fato que ocorre na maioria dos casos, parte do monitoramento durante administração intravenosa de fluidos, acaba sendo feita pelo proprietário ou tratador, acarretando muitas vezes o uso de volumes inadequados e taxas de administração muito rápidas (Roussel, 1999; Smith, 2005).

Nos bovinos, a via intravenosa e a via oral são as mais utilizadas para a administração de soluções hidroeletrólíticas. A via intravenosa permite infusão rápida do volume de reposição e por isso é sempre imprescindível nos casos de desidratação intensa e choque hipovolêmico. Ao se escolher a via de administração, não considera-se somente o grau de desidratação, mas também o estado cardiovascular do paciente. Para exemplificar, um bovino com doença gastrointestinal obstrutiva e estrangulante, que será submetido a um procedimento cirúrgico, se beneficiará mais com fluidoterapia intravenosa, mesmo não estando gravemente desidratado, devido ao fato de estar próximo ou até mesmo entrando em choque e colapso cardiovascular (Roussel e Navarre, 2009).

A fluidoterapia oral possui vantagens óbvias sobre a intravenosa. Economia de materiais, tempo e equipamentos podem ser consideradas os principais benefícios, quando trata-se de animais de produção. A solução para reidratação oral pode ser obtida e estocada em sua forma seca, na própria fazenda, diluída no momento da utilização e fornecida em mamadeira ou via sonda naso ou orogástrica, em *bolus* ou fluxo contínuo (Ribeiro Filho et al., 2009; Roussel e Navarre, 2009). Associado a estes fatores, deve-se considerar também os custos reduzidos das soluções orais, quando comparadas com as de utilização pela via

intravenosa (Ribeiro Filho et al., 2009).

Quando avalia-se o grau da desidratação e planeja-se a terapia para corrigir a mesma, mais crítico do que a quantidade exata da solução, é a escolha da via de administração a ser usada. Fatores de ordem prática, tais como instalações para contenção, custo e disponibilidade do produto, ligação afetiva entre o animal e o proprietário, além do valor econômico do animal, devem ser considerados. Após levar em conta tais fatores, e caso a terapia possa ser adotada com base em critérios médicos, o veterinário deverá distinguir entre os bovinos que responderão melhor à terapia oral ou os que necessitarão da administração de fluidos pela via intravenosa (Roussel, 1999). Há alguns anos, o mérito da solução salina hipertônica intravenosa, combinada com fornecimento de água ou solução eletrolítica oral, foi comprovado, oferecendo outra opção para reidratação (Tyler et al., 1993a, 1993b, 1994; Roeder et al., 1997; Suzuki et al., 1998).

Como regra geral, autores recomendam que terapia intravenosa seja usada quando desidratação é superior a 8% (Roussel, 1983; Welker, 1985). Apesar disso, em certas circunstâncias, a regra não é válida. Animais com desidratação aguda, perda de sangue ou choque, necessitarão de administração intravenosa de fluidos, independentemente do grau de hidratação. Da mesma forma, bovinos com doença gastrointestinal obstrutiva, como vólvulo abomasal ou intussuscepção, deverão ser medicados pela via intravenosa até que a função digestiva seja restabelecida. A administração intravenosa de fluidos antes, durante e após cirurgias em vacas com doenças gastrointestinais estrangulativas e obstrutivas e vólvulo mesentérico, são fundamentais, mesmo em animais que não estejam gravemente desidratados. A terapia com fluidos intravenosos pode também prevenir e reduzir a formação de trombos em órgãos sujeitos a hipoperfusão e oclusão vascular, tal como o abomaso durante e depois do vólvulo (Roussel, 1999).

De uma maneira geral, um plano inicial para fluidoterapia em bovinos deverá

basear-se na estimativa da quantidade de fluido necessária para reidratação, mantença e perdas continuadas, permeados por considerações práticas econômicas e logísticas. Depois que o protocolo for definido e iniciado, o veterinário deverá estar pronto para modificá-lo de acordo com a resposta do paciente (Roussel, 1999).

A solução de reidratação considerada ideal, seria aquela formulada para repor as perdas de água e eletrólitos de acordo com as necessidades individuais de cada paciente. Entretanto, raramente é prático ou necessário fazer tal procedimento, embora seja desejável, modificar soluções com base nos achados clínicos e laboratoriais do paciente, com o intuito de aumentar o valor terapêutico das mesmas (Roussel, 1999).

Atualmente, grande número de suplementos eletrolíticos e nutricionais estão disponíveis para administração por via oral em vacas recém-paridas. A escolha e fornecimento dos mesmos deveriam ser definidos de acordo com o problema médico e nutricional de cada animal. Infelizmente, doses exatas ou adequadas para suprir as necessidades das vacas com aptidão leiteira nesta fase, ainda não são completamente conhecidas (Oetzel, 2007). Desta forma, várias formulações profiláticas foram desenvolvidas e testadas, buscando minimizar o balanço energético negativo, hipocalcemia, cetose e outras doenças do peri-parto (Studer et al., 1993; Goff e Horst, 1994), além de simultaneamente melhorar a hidratação, manutenção da produção de leite e desempenho reprodutivo (Miyoshi et al., 2001; Enemark et al., 2009).

Ruminantes adultos raramente desenvolvem acidose metabólica, conforme demonstrado em estudo com mais de 500 bovinos acima de um mês de idade (Roussel et al., 1998). Neste estudo, hemogasometria e os eletrólitos analisados, determinaram que 60% dos animais desidratados tinham pH sanguíneo normal, com a maioria dos demais bovinos, exibindo alcalose metabólica. Desta forma, fluidos intravenosos ou orais alcalinizantes (ringer com lactato, solução de bicarbonato de sódio) raramente são indicados para ruminantes adultos, exceto em casos de

sobrecarga por grãos, cetose crônica, lipidose hepática, doença renal ou casos ocasionais de obstrução esofágica, no qual a excessiva salivação leva à perda de bicarbonato e acidose metabólica (Smith, 2005).

Soluções eletrolíticas orais normalmente vêm sendo usadas para substituir perdas de fluidos e anormalidades eletrolíticas em ruminantes, em decorrência da sua acessibilidade e facilidade para ser administrada na fazenda. Devido ao fato de a maioria dos bovinos adultos desidratados terem pH sanguíneo normal ou alcalose metabólica, é importante escolher uma solução eletrolítica oral que não contenha bicarbonato, acetato ou propionato, e portanto, não seja alcalinizante (Smith, 2005). Alcalose metabólica em bovinos não é corrigida pela administração de ácidos, mas pelo fornecimento de ânions extracelulares em relativo excesso aos cátions (Roussel, 1999).

Em condições práticas, a solução que atenda às condições supracitadas deve ser rica em cloreto e potássio. Por meio da simples adição de NaCl (7 g/L), KCl (1,25 g/L) e CaCl<sub>2</sub> (0,5 g/L) em um litro de água, uma solução eletrolítica oral não alcalinizante para ruminantes adultos pode ser obtida, a qual irá efetivamente reidratar os animais, sem alcalinizar o pH do sangue (Roussel, 1999). A maioria das soluções eletrolíticas orais é formulada para bezerros desidratados, com acidose metabólica. Consequentemente, as mesmas contêm bases metabolizáveis como bicarbonato, as quais não são indicadas para ruminantes adultos (Smith, 2005).

Independente da via de administração e do fato de a solução eletrolítica ser comercial ou preparada na fazenda, o foco sempre deve ser o de fornecer volume apropriado para corrigir a desidratação. A função renal que é restabelecida com a reidratação, normalmente é efetiva em regularizar distúrbios eletrolíticos sutis. Fluidos orais tipicamente podem ser usados com sucesso em vacas com grau brando a moderado de desidratação. Entretanto, em vacas gravemente desidratadas ou em estados toxêmicos, fluidoterapia endovenosa

geralmente é mais indicada (Smith, 2005).

Diversos trabalhos têm sido realizados com o intuito de testar diferentes formulações de soluções para reidratação oral de bovinos (Studer et al., 1993; Goff e Horst, 1994; Visser et al. 2002; Enemark et al., 2009), e consequentemente avaliar o impacto e traçar fundamentos para sua utilização, inclusive como instrumento profilático para vacas com aptidão leiteira de alta produção. Estudo feito nos Estados Unidos recomenda tratamento profilático de vacas recém-paridas, através do fornecimento de fluido oral, com grande quantidade de água contendo uma mistura de eletrólitos (Stokes e Goff, 2001). No ano de 2008, tal procedimento já era adotado em cerca de 20 a 25% das grandes fazendas de produção de leite neste mesmo país (Goff, comunicação pessoal citado por Enemark et al., 2009). Esta prática, entretanto, ainda não é unanimidade e questiona-se o benefício da mesma frente aos riscos, tais como lesões esofágicas e falsa via, durante a passagem da sonda orogástrica e fornecimento da solução. Os defensores desta linha de raciocínio argumentam que se é necessário a utilização de soluções orais profiláticas para assegurar um período de transição satisfatório, algo estaria fundamentalmente errado com o programa de manejo das vacas durante esta fase e que corrigir as falhas, seria o procedimento mais correto a ser adotado (Guterbock, 2004).

O cloreto de cálcio (CaCl<sub>2</sub>) pode ser particularmente benéfico como suplemento oral por promover alta disponibilidade de cálcio (Goff e Horst, 1993; 1994) e porque é um acidificante mais potente que outros sais aniônicos (Goff et al., 2004; Gelfert et al., 2010). Acidificação sistêmica tem sido associada com efeitos benéficos sobre o metabolismo do Ca, além da sua esperada contribuição sobre a maximização da absorção deste mineral no trato gastrointestinal. O mecanismo fundamental para os benefícios da acidificação sistêmica é a correção da alcalose metabólica, que diminui a resposta da vaca ao paratormônio (PTH) (Goff et al., 1991; Goff, 2008b).

A utilização de CaCl<sub>2</sub> como fonte de Ca oral, tem-se mostrado capaz de elevar as

concentrações sanguíneas do mesmo, reduzir o risco de hipocalcemia clínica e subclínica e reduzir o risco de deslocamento de abomaso (Oetzel, 1996; Dhiman e Sasidharan, 1999). Entretanto,  $\text{CaCl}_2$  pode ser cáustico para a mucosa oral e em elevadas e repetidas doses, poderia induzir acidose metabólica descompensada, especialmente se a vaca já está sendo alimentada com dieta acidogênica (Goff e Horst, 1993).

O efeito da suplementação oral de Ca para animais submetidos a dieta aniônica no pré-parto, foi pouco estudado. Melendez et al. (2002) avaliaram suplementação com  $\text{CaCl}_2$  oral em rebanho alimentado com sais aniônicos e não encontrou efeito do tratamento sobre a prevalência de doenças relacionadas ao parto, dentre elas a hipocalcemia, e nem sobre aumento na produção de leite. Em estudo bem mais abrangente, onde avaliou-se aproximadamente 900 animais, Oetzel e Miller (2012) também não observaram benefícios ou prejuízos sobre a saúde no início da lactação ou produção de leite, em rebanhos que receberam suplementação oral de Ca em programas de dieta aniônica. Apesar disso, quando consideraram somente a subpopulação de vacas mais debilitadas, os autores verificaram melhoria da saúde no início da lactação nos animais que receberam a suplementação. O mesmo efeito benéfico também foi observado nos animais que tiveram elevada produção na lactação anterior. Ambas as subpopulações, representaram 48% do total de pluríparas nos dois rebanhos estudados.

O sulfato de Mg ( $\text{MgSO}_4$ ) por via oral, fornece magnésio adicional, elemento essencial para a manutenção da homeostase do Ca ao parto (Enemark et al., 2009). A hipomagnesemia reduz a secreção e a sensibilidade dos tecidos ao PTH. O cloreto de potássio (KCl) disponibiliza  $\text{K}^+$ , o principal cátion do fluido intracelular, o qual desempenha um papel importante no equilíbrio ácido-base e retenção de água. O potássio também exerce um forte impacto sobre a absorção de magnésio. A quantidade de Mg corporal é pequena e a manutenção da sua concentração normal no plasma, é extremamente dependente da

absorção do Mg da dieta, já que não há controle hormonal específico para o elemento e nem fontes orgânicas importantes de reserva (Goff, 2004).

O propilenoglicol (PG) é um álcool de aparência cristalina e oleosa, utilizado como solvente e conservante em produtos farmacêuticos, cosméticos e alimentos processados (Christopher et al., 1990). Como solvente e veículo, é incorporado em medicações orais, tópicas e injetáveis em níveis de até 96% (Demey et al., 1984). Quando administrado em ruminantes, atua como precursor gliconeogênico e já vem sendo usado desde a década de 50 no tratamento de cetose (Johnson, 1954; Maplesden, 1954). Vários experimentos foram conduzidos no intuito de avaliar os efeitos do PG no metabolismo. Tais estudos diferem em quantidade, período de tempo e forma de administração do mesmo. Ensaios de curto prazo, realizados em vacas secas, determinaram que a administração de PG em solução oral diminuiu as concentrações de ácidos graxos não esterificados (NEFA) e  $\beta$ -hidroxibutirato ( $\beta$ HB) no plasma (Christensen et al., 1997). Studer et al. (1993) determinaram que 1 L de PG administrado durante os últimos 10 dias de gestação, aumentou as concentrações de glicose e insulina e reduziu as concentrações plasmáticas de NEFA e  $\beta$ HB antes do parto. Após a parição, os animais que receberam PG no pré-parto apresentaram concentrações mais baixas de NEFA e tiveram redução significativa do acúmulo de triglicerídeos no fígado.

Grummer et al. (1994) testaram soluções orais em novilhas contendo diferentes doses de propilenoglicol: 296, 592 e 887 mL. Estes autores concluíram que a dose de 296 mL foi tão efetiva quanto a dose mais alta. Além da redução de  $\beta$ HB (Grummer et al. 1994; Pickett et al., 2003; Kristensen e Raun, 2007), o propilenoglicol também reduziu as concentrações de acetoacetato no plasma sanguíneo (Sauer et al. 1973) e cetonas no leite (Girschewski et al., 1977 citado por Nielsen e Ingvarsten, 2004).

O fornecimento de grande quantidade de

água para vacas no pós-parto pode ser útil para dois propósitos. Primeiramente, este procedimento ajudará a repor os eletrólitos, já que os animais podem perder até 60 L de fluido uterino durante o parto, aumentando o desequilíbrio hidroeletrólítico (Doreau et al., 1981 citado por Enemark et al., 2009). Um segundo benefício associado a este procedimento, seria que a adição de peso (20 a 30 kg) pode permitir que o rúmen volte rapidamente para o fundo da cavidade abdominal, evitando ou minimizando as chances de o abomaso passar por baixo do mesmo e iniciar um deslocamento (Fubini e Divers, 2008; Niehaus, 2009).

Conforme citado anteriormente, alguns autores questionam a necessidade da administração de solução hidroeletrólítica oral para vacas recém-paridas, como medida profilática, já que consideram que tal procedimento aumentaria o estresse, devido ao manejo e contenção, risco de lesões esofágicas e falsa via, além de demanda de mão-de-obra (Guterbock, 2004). Buscando-se encontrar formulações ideais e avaliar se a fluidoterapia oral poderia dar suporte para as vacas no início da lactação e deste modo, ajudar a prevenir doenças do pós-parto, alguns trabalhos foram desenvolvidos.

Enemark et al. (2009) em experimento realizado com 21 vacas da raça Holandesa, fizeram duas hidratações no grupo tratado, antes e depois o parto, com 20 L de água contendo uma mistura de propionato de cálcio,  $MgSO_4$  e  $KCl$ , especialmente desenvolvida para tratamento profilático de vacas com aptidão leiteira no periparto. O tratamento exerceu efeito sobre o balanço energético, expressado por redução na concentração de  $\beta HB$ , enquanto que a mudança sobre o NEFA foi menos pronunciada. Entretanto, constatou-se menor produção de leite no grupo tratado, a qual poderia ser em parte, decorrente do balanço energético negativo (BEN), já que a produção de leite no início da lactação é um importante indicativo do mesmo. Desta forma, os próprios autores acreditam que a magnitude do efeito da solução oral sobre o NEB, foi questionável no referido ensaio. Ao mesmo tempo, atribuem que a falta de efeito do tratamento sobre as demais

variáveis estudadas, poderia ser decorrente do pequeno número de animais experimentais. Com base nos próprios resultados e nos de outros autores, Enemark et al. (2009) recomendaram que no caso da hidratação oral ser adotada como procedimento de rotina, as mesmas deve no mínimo exceder 40 L de água. Os mesmos concluem que no rebanho utilizado no experimento, os manejos de vacas secas, novilhas e o período de transição, aparentemente foram ferramentas mais importantes para a promoção da saúde, que o uso do tratamento profilático.

Em estudo realizado por Stokes e Goff (2001), 169 vacas foram hidratadas imediatamente depois do parto e 24 horas mais tarde, com a utilização de uma bomba esofágica. O tratamento do grupo um, consistia de 9,5 L de água mais 680 g de propionato de cálcio (CP), o tratamento dois foi à base de 9,5 L de água mais 310 g de propilenoglicol (PG), enquanto que o grupo controle recebeu somente 9,5 L de água. Os achados indicaram que a utilização da solução PG resultou em concentrações significativamente mais baixas de NEFA, em relação ao CP e ao grupo controle, e a incidência de cetose subclínica (níveis de  $\beta HB > 1$  mmol/L) foi mais alta no controle, quando comparado aos demais grupos. Além disso, observou-se que as soluções com PG e CP resultaram em produção de leite mais elevada que o controle, embora a mesma não tenha sido estatisticamente significativa para o grupo PG. Ambos os tratamentos reduziram significativamente a incidência de metrite.

### 3. HIPÓTESE E OBJETIVOS

O desenvolvimento do presente estudo baseou-se nas seguintes hipóteses:

Os animais de primeira parição sofrem menos com os efeitos das alterações metabólicas e hormonais que afetam as vacas com aptidão leiteira no primeiro dia pós-parto.

A fluidoterapia oral exerce efeito benéfico sobre o grau de hidratação e o metabolismo de vacas com aptidão leiteira no pós-parto

imediatamente, reduzindo os efeitos das mudanças fisiopatológicas que os animais apresentam neste período.

Devido à importância de se tentar minimizar o impacto das doenças do período de transição sobre a produção leiteira, a necessidade de se melhor estudar os benefícios da fluidoterapia oral em ruminantes, além da escassez de trabalhos sobre o perfil hemogasométrico de bovinos com aptidão leiteira ao parto, este trabalho foi dividido em dois experimentos, com objetivos distintos:

- Experimento I: Caracterizar o perfil hidroeletrolítico, ácido-base, metabólico e mineral de vacas da raça Holandesa no momento do

parto e avaliar o comportamento dos mesmos parâmetros em primíparas e pluríparas nas primeiras 24 horas pós-parto;

- Experimento II: Avaliar o efeito de uma solução hidroeletrolítica oral sobre o perfil hidroeletrolítico, ácido-base, metabólico e mineral de vacas da raça Holandesa nas primeiras 24 horas pós-parto;

# EXPERIMENTO I



# Perfil hidroeletrólítico, ácido-base, metabólico e mineral de vacas da raça Holandesa no pós-parto

## 1. JUSTIFICATIVA

A mobilização tecidual que ocorre no período de transição, em decorrência do balanço energético negativo, pode ser avaliada por meio de um conjunto de exames, chamado de perfil metabólico, o qual permite quantificar a concentração dos metabólitos provenientes deste processo e assim, realizar o monitoramento da adequação dos animais às crescentes exigências de energia, proteínas e minerais. Além disso, o perfil permite avaliar possíveis alterações metabólicas e nutricionais, como forma de prevenir doenças subclínicas e mensurar o desempenho produtivo de um rebanho (LeBlanc et al., 2006; Duffield e LeBlanc, 2009).

Durante revisão bibliográfica sobre caracterização dos diversos parâmetros avaliados no presente trabalho, constatou-se que embora vários autores tenham desenvolvido pesquisas durante o período pós-parto (pp) de vacas com aptidão leiteira, há uma carência de dados específicos do momento do parto. Como exemplo, podemos citar os trabalhos de Kupczynski e Chudoba-Drozdowska (2002) aos sete dias pp; LeBlanc (2006) entre um e sete dias pp; Huzzey et al. (2011) de três a 14 dias pp; Rossato (2000) a partir da terceira semana pp; Cernescu et al. (2010) de cinco a seis dias pp; avaliações semanais até a oitava semana pp (Kessel et al., 2008), além de um estudo definido apenas como sendo realizado “durante o pós-parto” (Piccione et al., 2012). Desta forma, ressaltamos a carência e a necessidade de pesquisa para caracterização de parâmetros hematológicos e bioquímicos em vacas com aptidão leiteira ao parto, lacuna esta, que este estudo pretende começar a suprir, por meio dos resultados obtidos.

As alterações no período de transição, sejam elas endócrinas, do equilíbrio eletrolítico, ácido-base ou bioquímicas, estão bastante acentuadas no dia do parto

(Drackley, 1999). Dessa forma, conhecer o comportamento dos parâmetros e então buscar alternativas que ajustem os desequilíbrios, são medidas fundamentais. Ainda observa-se uma carência de dados mais abrangentes sobre a condição de vacas no período de transição, manejadas em rebanhos nacionais.

Este trabalho tem por objetivo estudar, através do intervalo de confiança, o perfil hidroeletrólítico, ácido-base, metabólico e mineral do momento do parto, em vacas da raça Holandesa criadas em sistema intensivo de produção.

Considerando-se as diferenças e particularidades fisiológicas e comportamentais entre primíparas e pluríparas (Miedema et al., 2011), objetivamos também caracterizar os parâmetros supracitados, para vacas com aptidão leiteira, primíparas e pluríparas, durante as primeiras 24 horas pós-parto.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 LOCAL E PERÍODO

O experimento foi executado em uma propriedade particular onde explora-se bovinocultura leiteira, localizada no município de Inhaúma, mesorregião metropolitana de Belo Horizonte, microrregião de Sete Lagoas, Estado de Minas Gerais, situada à 19°26' de latitude Sul e 44°29' de longitude Oeste. A altitude média da região gira em torno de 708 m acima do nível do mar e a temperatura anual média é de 20,9°C. O período experimental foi de 24 de julho a 17 de outubro de 2010.

### 2.2 MANEJO DA PROPRIEDADE

Os animais eram manejados em sistema intensivo de produção, permanecendo,

durante o período de lactação, confinados em galpões do tipo *free-stall*. Em tais condições, eram mantidas cerca de 1.000 a 1.300 vacas em lactação, com produção total diária média de 30.000 litros de leite.

As vacas secas permaneciam em pequenos lotes, com aproximadamente 15 indivíduos cada, e eram transferidas para piquetes maternidade quando atingiam o 30º dia anterior à data prevista para o parto. Os piquetes eram bem localizados, sombreados e apresentavam boa cobertura vegetal com gramíneas do gênero *Cynodon* spp. Possuíam dimensões de 12x40 m, com lotação de oito a dez bovinos, o que representa uma área de aproximadamente

cinco metros quadrados por animal. As primíparas eram alojadas em piquetes distintos das pluríparas.

A alimentação era à base de dieta total, fornecida uma vez ao dia, pela manhã, em cochos cobertos, pavimentados, com área linear de 70 cm por animal. A água era fornecida *ad libitum*.

A dieta do período pré-parto utilizada na propriedade, cuja diferença cátion-aniônica (DCAD) era de -11 mEq/kg de matéria seca (MS), fornecida para ambas as categorias animais, possuía a seguinte composição:

TABELA 3 - Percentual de nutrientes utilizados na composição da dieta fornecida às vacas no pré-parto

Nutrientes	% MS da dieta
MS	35%
PB	14,0%
FDN	43,3%
CNF	30,2%
Ca	0,9 %
P	0,35%
Mg	0,41%
K	1,27%
Na	0,1%
Cl	0,62%
S	0,38%
Premix ADE	0,34%
Premix TTY2	0,15%

Premix ADE, composição por kg: Vitamina A: 39.000 UI; Vitamina D: 8.000UI; Vitamina E: 200 UI.

Premix TTY2, composição por kg: Cobalto: 0,4ppm; Cobre: 30ppm; Ferro: 29ppm; Iodo: 0,7ppm; Manganês: 56ppm; Selênio: 0,46ppm; Zinco: 86ppm.

As ordenhas eram realizadas duas vezes ao dia, às 05h e às 17h. Para obedecer a este manejo, as vacas recém paridas eram conduzidas pelo tratador por uma distância de cerca de 300 m, da maternidade até a plataforma de ordenha. Isto ocorria por volta de duas horas antes dos horários previstos para o início das mesmas. De acordo com o protocolo da propriedade, se o parto ocorresse a menos de duas horas do horário programado para a próxima ordenha, a vaca entraria somente na ordenha que ocorreria 12 horas mais tarde. Desta forma, nenhum animal era ordenhado com menos de duas horas pós-parto, mas dependendo do horário do nascimento da cria, alguns foram ordenhados após duas horas da parição, enquanto outros, somente entre 13 e 14 horas mais tarde.

Os bezerros eram imediatamente separados das vacas, as quais não lhes era permitido alimentarem suas crias. O fornecimento de colostro era realizado em duas etapas, com o uso do banco de colostro da fazenda. Todo o colostro, antes do processo de congelamento, era classificado de acordo com a densidade específica em: alta, média ou baixa qualidade, com a utilização do colostrômetro. Na primeira etapa, os animais recebiam de dois a quatro litros de colostro de alta qualidade em até duas horas após o nascimento. Em seguida, os mesmos eram alimentados com mais quatro litros de colostro de média qualidade, nas primeiras 12 horas de vida.

## 2.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

### 2.3.1 Animais e Desenho Experimental

Para a obtenção das médias e das estimativas dos valores de referência ao parto, foram utilizadas 24 vacas da raça Holandesa, sendo oito primíparas e 16 pluríparas. Nenhum animal apresentou distocia ou recebeu qualquer tipo de auxílio durante o parto. Quando foram observadas diferenças das variâncias entre as categorias animais, para algum dos parâmetros avaliados, foram calculados intervalos de referência diferentes para cada grupo, a partir de oito observações para primíparas e

16 para pluríparas. Não havendo diferença entre os grupos, os dados foram obtidos a partir de 24 observações, ou seja, de todos os animais.

A avaliação do comportamento das variáveis nas primeiras 24 horas pós-parto, entre primíparas e pluríparas, foi realizada em amostras colhidas de 16 animais. Estes foram distribuídos em dois grupos com oito indivíduos cada, sendo um composto por pluríparas (G1) e outro por primíparas (G2) (TAB. 4). O tempo médio do parto até a primeira ordenha em ambos os grupos avaliados foi de 10,5 horas.

TABELA 4 - Distribuição dos animais nos grupos experimentais

Grupos	Nº de animais	Ordem de Partição
1	8	2ª - 4ª
2	8	1ª

### 2.3.2 Coleta e Processamento das Amostras

Amostras de sangue para hemogasometria foram obtidas por punção da veia jugular externa, utilizando-se seringa estéril de 3 ml, sem anticoagulante, e agulha descartável calibre 25x7 mm. Para os testes bioquímicos e perfil mineral, outra amostra foi coletada, desta vez utilizando-se tubos à vácuo com anticoagulante (EDTA) e sem anticoagulante com gel separador, ambos do mesmo vaso sanguíneo.

As amostras para hemogasometria, foram processadas em analisador clínico portátil<sup>1</sup>, imediatamente após sua coleta, com a utilização de um cartucho Ec8+<sup>®2</sup>. Os tubos com gel separador foram mantidos em temperatura ambiente para facilitar a retração do coágulo e em seguida centrifugados por 10 minutos a 3.500 rpm. Os tubos com EDTA foram submetidos às mesmas condições de centrifugação. Aliquotas de soro e plasma, foram acondicionadas em tubos *eppendorf* e congeladas em freezer a -20°C, para a realização das provas bioquímicas.

As coletas de sangue foram realizadas em seis momentos, durante um período de 24

horas, determinados a partir do parto dos animais experimentais, da seguinte maneira: parto, 2h, 4h, 6h, 12h e 24 horas pós-parto. A primeira coleta foi executada dentro de aproximadamente 15 a 30 minutos após o parto. No momento da obtenção das amostras, avaliou-se a temperatura retal, frequência cardíaca, respiratória e dinâmica rumenal de todos os animais.

Foram analisados os seguintes parâmetros: pH, pressão parcial de CO<sub>2</sub> (pCO<sub>2</sub>), CO<sub>2</sub> total (tCO<sub>2</sub>), íon carbonato (HCO<sub>3</sub>), desvio de bases (BE), janela aniônica (Agap) e concentrações de sódio, potássio, cloreto, glicose e nitrogênio uréico sanguíneo (BUN).

A osmolalidade foi calculada a partir da concentração plasmática de solutos normalmente mensurados. Sódio e potássio, assim como seus ânions associados, junto com a glicose e uréia, constituem a maioria dos solutos normais osmoticamente ativos. Desta forma, para o referido cálculo, a seguinte fórmula foi utilizada:  $1,86 ([Na^+] + [K^+]) + glicose/18 + BUN/2,8 + 8,6$  (Radostits et al., 2007).

O valor da diferença de íons fortes (DIF) foi calculado em função dos íons fortes mensurados. Os cátions fortes mais

<sup>1</sup> i-STAT<sup>®</sup>Co. – Abbott Laboratories - EUA

<sup>2</sup> i-STAT<sup>®</sup>Co. – Abbott Laboratories - EUA

importantes no plasma, baseando-se nas suas concentrações, são o  $\text{Na}^+$  e o  $\text{K}^+$ , ao passo que o ânion forte mais prevalente é o  $\text{Cl}^-$ . Portanto, a DIF mensurada pode ser definida, em sua forma mais simples, quando apenas estes três íons fortes são considerados. Desta forma, para o cálculo da DIF, foi usada a seguinte equação:  $[\text{Na}^+] + [\text{K}^+] - [\text{Cl}^-]$  (DiBartola, 2007).

A avaliação de proteína plasmática total foi realizada ainda na propriedade, logo após a centrifugação das amostras, com o auxílio de um refratômetro portátil.

As dosagens de aspartato-aminotransferase (AST), gama-glutamiltransferase (GGT), bilirrubina total, lactato desidrogenase (LDH), fosfatase alcalina (ALP), creatinina, ácidos graxos não esterificados (NEFA)<sup>3</sup>,  $\beta$ -hidroxibutirato ( $\beta\text{HB}$ )<sup>4</sup>,  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$  e  $\text{PO}_4^-$ , foram processadas em analisador automático<sup>4</sup>, utilizando-se reagentes bioquímicos comerciais<sup>5</sup>. Tais análises foram realizadas no Laboratório de Patologia Clínica, da Escola de Medicina Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

## 2.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados coletados ao parto foram utilizados para obtenção das médias e das estimativas dos valores de referência, para todas as variáveis estudadas. Os resultados obtidos nos seis momentos de coleta, dentro das primeiras 24 horas pós-parto, foram utilizados para se fazer a avaliação do comportamento das variáveis dentro dos próprios grupos e comparação de médias entre pluríparas (G1) e primíparas (G2).

Para a determinação das médias e das estimativas dos valores de referência ao parto, primeiramente testou-se a variância entre primíparas e pluríparas para cada variável estudada. Em seguida, aplicou-se o teste t para variâncias iguais ou diferentes. Desta forma, quando não foi constatada diferença, o intervalo de confiança foi

obtido a partir de 24 observações. Caso contrário, o referido intervalo foi obtido a partir de oito observações para primíparas e 16 observações para pluríparas.

O delineamento estatístico utilizado foi inteiramente casualizado, em parcelas subdivididas, onde os animais representaram as parcelas, e os momentos de coleta, as subparcelas. Os dados foram submetidos à análise de variância ao nível de 5% de probabilidade utilizando o software estatístico SISVAR 5.1 (Ferreira, 2011). Utilizou-se o teste de Tukey para comparação das médias.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1 COMPORTAMENTO DAS VARIÁVEIS AO PARTO

Nas TAB. 5 a 9, serão apresentados os valores médios e o intervalo de confiança de todas as variáveis analisadas no momento do parto. Ao se consultar literatura científica especializada sobre o tema, é possível ter acesso à grande quantidade e variação de intervalos de referência, muitas vezes obtidos a partir de animais manejados em condições alimentares e climáticas totalmente diferentes das encontradas em território brasileiro, e que possuem aptidão produtiva ou pertencem à categoria animal, distintas das avaliadas no presente estudo. Desta forma, destacamos a importância dos resultados abaixo, com o intuito de caracterizar o perfil eletrolítico, ácido-base, metabólico e mineral ao parto, obtido a partir de vacas da raça Holandesa, saudáveis, manejadas em sistema intensivo e que tiveram parto eutócico.

Os valores dos eletrólitos (TAB. 5) encontravam-se dentro de concentrações normais descritas na literatura clássica para estes parâmetros (Radostits et al., 2007; Kaneko et al., 2008). Tivemos acesso a poucos trabalhos que caracterizassem o perfil eletrolítico de vacas com aptidão leiteira, ao parto, reforçando assim a necessidade de maiores estudos. Souza Júnior (2008) trabalhando com vacas da raça Holandesa no período de transição,

<sup>3</sup> RANDOX Laboratories

<sup>4</sup> Cobas Mira Plus<sup>®</sup>

<sup>5</sup> Synermed<sup>®</sup>

obteve concentrações médias de 138,2 mEq/L de Na<sup>+</sup> e 4,13 mEq/L de K<sup>+</sup>, em avaliações realizadas logo após o parto. Estes resultados ficaram muito próximos

dos aqui descritos, sendo que ambos, encontravam-se dentro dos intervalos de referência para os referidos parâmetros.

TABELA 5 - Perfil de eletrólitos (Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup>), osmolalidade (Osm) e diferença de íons fortes (DIF) em vacas da raça Holandesa no momento do parto

Eletrólitos	Categoria animal	n	Média	SD	IC (95%)	Intervalo de Referência		Autor
Na <sup>+</sup> (mEq/L)	Primíparas e pluríparas	24	142,46	0,31	141,82 – 143,09	132 – 152		Kaneko et al., 2008
K <sup>+</sup> (mEq/L)	Primíparas e pluríparas	24	4,04	0,07	3,91 – 4,18	3,9 – 5,8		Kaneko et al., 2008
Cl <sup>-</sup> (mEq/L)	Primíparas e pluríparas	24	105,92	0,47	104,94 – 106,89	97 – 111		Kaneko et al., 2008
Osm (mOsm/kg)	Primíparas e pluríparas	24	287,49	0,65	286,15 – 288,83	207 – 306		Radostits et al., 2007
DIF (mEq/L)	Primíparas e pluríparas	24	40,58	0,42	39,71 – 41,46	38,9 – 46,8		Kaneko et al., 2008

Quando testou-se as variâncias dos resultados do momento do parto, foram constatadas diferenças entre primíparas e pluríparas somente para as concentrações de CO<sub>2</sub> total (tCO<sub>2</sub>), íon carbonato (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>), janela aniônica (Agap) e atividade da fosfatase alcalina (ALP).

Todos os parâmetros hemogasométricos (TAB. 6) encontravam-se dentro dos intervalos de referência da literatura utilizada. Apesar disso, houve diferença entre primíparas e pluríparas para tCO<sub>2</sub>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> e janela aniônica (Agap). Quando existe alteração nas concentrações do íon carbonato, espera-se mudança proporcional

e no mesmo sentido para o tCO<sub>2</sub>, já que na prática ele equivale à concentração deste íon (Constable, 1999). Apesar de ambos estarem mais altos nas primíparas, isto não se refletiu em diferença no pH entre as categorias animais, embora esta variável estivesse próxima ao limite superior do intervalo de referência, que é de 7,32 a 7,44 (Carlson e Bruss, 2008). Dentre as variáveis estudadas no período de transição de vacas com aptidão leiteira, os parâmetros hemogasométricos parecem ser os menos avaliados, conforme levantamento bibliográfico realizado sobre o tema.

TABELA 6 - Perfil hemogasométrico (pH, pCO<sub>2</sub>, desvio de bases [EB], tCO<sub>2</sub>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, janela aniônica [Agap]) e lactato em vacas da raça Holandesa no momento do parto

Equilíbrio ácido-base	Categoria animal	n	Média	SD	IC (95%)	Intervalo de Referência		Autor
pH	Primíparas e pluríparas	24	7,418	0,007	7,405 – 7,432	7,32 – 7,44		Carlson e Bruss, 2008
pCO <sub>2</sub> (mm/Hg)	Primíparas e pluríparas	24	39,08	0,768	37,50 – 40,67	35 - 45		Radostits et al., 2007
EB (mEq/L)	Primíparas e pluríparas	24	0,71	0,47	-0,27 – 1,68	—		—
Lact (mmol/L)	Primíparas e pluríparas	24	1,70	1,54	1,30 – 2,01	0,56 – 2,22		Kaneko et al., 2008

<b>tCO<sub>2</sub> (mEq/L)</b>	Primíparas	8	27,5	0,42	26,50 – 28,50	20 – 30	Radostits et al., 2007
<b>tCO<sub>2</sub> (mEq/L)</b>	Pluríparas	16	25,7	0,55	24,50 – 26,87		
<b>HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> (mEq/L)</b>	Primíparas	8	26,44	0,44	25,40 – 27,48	20 – 30	Radostits et al., 2007
<b>HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> (mEq/L)</b>	Pluríparas	16	24,62	0,57	23,40 – 25,84		
<b>Agap (mEq/L)</b>	Primíparas	8	14,13	0,58	12,75 – 15,50	13,9 – 20,2	Carlson e Bruss, 2008
<b>Agap (mEq/L)</b>	Pluríparas	16	16	0,40	15,15 – 16,85		

As concentrações de glicose encontravam-se bastante elevadas ao parto (TAB. 7), ficando bem acima do intervalo de referência, que situa-se entre 44 a 63 mg/dL (Souza, 2005). Tais achados corroboram trabalhos de outros autores, os quais afirmam que a glicose aumenta acentuadamente ao parto e decresce imediatamente após o mesmo (Kunz et al. 1985; Vazquez-Añon et al., 1994). Tal elevação possivelmente reflete as mudanças hormonais que ocorrem neste período. No início da lactação as concentrações de glucagon aumentam em relação ao período seco, para estimular a lipólise e gliconeogênese, com o intuito de fornecer ao corpo a energia que ele necessita. As

baixas concentrações de insulina e as altas de glucagon, indicam a predominância da gliconeogênese e glicogenólise, objetivando-se suprir a elevada demanda de glicose para a glândula mamária, para a síntese contínua de lactose, após o parto (de Boer et al., 1985). O cortisol, principal glicocorticóide dos bovinos, normalmente atinge seu pico de concentração no dia do parto (Tucker, 2000). Estas particularidades metabólicas e hormonais do periparto, as quais visam preparar a vaca para o início do processo de lactogênese, são responsáveis pelo aumento fisiológico da glicose ao parto e nas primeiras horas após o mesmo (de Boer et al., 1985).

TABELA 7 - Perfil energético (glicose [Glu], ácidos graxos não-esterificados [NEFA] e β-hidroxibutirato [βHB]) em vacas da raça Holandesa no momento do parto

Perfil Energético	Categoria animal	n	Média	SD	IC (95%)	Intervalo de Referência	Autor
<b>Glu (mg/dL)</b>	Primíparas e pluríparas	24	107,88	5,97	95,53 – 120,22	44 a 63	Souza, 2005
<b>NEFA (mmol/L)</b>	Primíparas e pluríparas	24	0,37	0,04	0,28 – 0,45	0,26 – 0,53	Pogliani, 2006
<b>βHB (mmol/L)</b>	Primíparas e pluríparas	24	0,680	0,57	0,562 – 0,798	0,4 – 0,9	Souza, 2005

A avaliação dos ácidos graxos não esterificados (NEFA) e β-hidroxibutirato (βHB) são importantes indicadores do metabolismo energético (Wittwer, 2000). Ambos encontravam-se dentro de limites normais (TAB. 7), abaixo de 0,7 mmol/L para NEFA e 1 mmol/L para βHB, consideradas como concentrações adequadas para vacas no início de lactação (Withtaker, 2004). Piccione et al. (2012) avaliando NEFA e βHB em todas as fases produtivas de vacas com aptidão leiteira, encontraram resultados no pós-parto imediato, muito próximos aos aqui

descritos para estas variáveis. Nos achados destes autores, houve pequeno aumento do NEFA ao parto (0,6 mmol/L) quando comparado com o final da gestação, com o βHB, comportando-se da mesma maneira, mas também mantendo baixas concentrações séricas (0,43 mmol/L).

Em trabalho realizado com vacas da raça Holandesa, criadas no Estado de São Paulo, Pogliani (2006) observou aumento na concentração de NEFA a partir do terço final da gestação, acompanhado também por elevação do βHB no pós-parto. O

estabelecimento do balanço energético negativo associado à alta concentração de NEFA no sangue, o qual seria substrato para cetogênese, determinam aumento dos níveis séricos de  $\beta$ Hb no periparto. Apesar deste aumento relativo, quando consideram-se as concentrações do final da gestação, nossos dados corroboram os do referido autor, já que após o parto tais valores mantiveram-se abaixo do considerado crítico na mobilização excessiva de lipídeos. Desta forma, observou-se ausência de transtornos metabólicos ao parto nos animais avaliados, possivelmente refletindo as boas condições de manejo recebidas pelas vacas em transição na propriedade.

Com exceção da proteína plasmática total (PPT), todas as demais variáveis listadas na TAB. 8, encontravam-se dentro de valores normais para a espécie. Além da PPT, é

importante destacar o valor do hematócrito, que apesar de normal estava próximo do limite inferior, e da atividade da enzima ALP, que foi diferente entre primíparas e pluríparas.

As concentrações de proteína plasmática total encontravam-se abaixo do intervalo de referência, que vai de 6,9 a 8,2 g/dL (Souza, 2005). Estes resultados corroboram com o de outros autores, os quais relacionaram a abrupta diminuição na concentração de proteínas totais, nos dias que antecedem o parto, à transferência de globulinas para a composição do colostro (Moraes et al., 1997; Nath et al., 2005; Saut, 2008). Moraes et al. (1997) verificaram queda na concentração sérica de imunoglobulinas de vacas Holandesas entre 14 dias antes, até sete dias pós-parto.

TABELA 8 - Perfil hepático (lactato desidrogenase [LDH], aspartato-aminotransferase [AST], gama-glutamilttransferase (GGT), fosfatase alcalina [ALP] e bilirrubina total [BilT]), perfil renal (uréia [URE], creatinina [CREAT]), hematócrito [Ht], proteína plasmática total [PPT] e nitrogênio uréico sanguíneo [BUN]) em vacas da raça Holandesa no momento do parto

Categoria animal		n	Média	SD	IC (95%)	Intervalo de Referência	Autor
<b>LDH (U/L)</b>	Primíparas e pluríparas	24	926,49	81,85	757,17 – 1095,82	692 – 1445	Kaneko et al., 2008
<b>AST (U/L)</b>	Primíparas e pluríparas	24	69,70	4,80	59,75 – 79,64	36 – 60	Souza, 2005
<b>GGT (U/L)</b>	Primíparas e pluríparas	24	31,46	2,75	25,78 – 37,14	5 – 25	Souza, 2005
<b>ALP (U/L)</b>	Primíparas	8	162,75	7,87	144,14 – 181,36	0 – 500	Radostits et al., 2007
<b>ALP (U/L)</b>	Pluríparas	16	113,06	14,81	81,50 – 144,63		
<b>URE (mg/dL)</b>	Primíparas e pluríparas	24	35,79	2,65	30,30 – 41,28	44,6 – 66,8	Meyer et al., 1995
<b>CREAT (mg/dL)</b>	Primíparas e pluríparas	24	1,25	0,07	1,09 – 1,39	0,9 – 1,3	Smith, 2006
<b>Ht (%)</b>	Primíparas e pluríparas	24	25,5	0,57	24,4 – 26,7	24 – 46%	Radostits et al., 2007
<b>BUN (mg/dL)</b>	Primíparas e pluríparas	24	10,88	0,81	9,19 – 12,56	6 – 27	Radostits et al., 2007
<b>PPT (g/dL)</b>	Primíparas e pluríparas	24	6,51	0,13	6,25 – 6,78	6,9 – 8,2	Souza, 2005
<b>BilT (mg/dL)</b>	Primíparas e pluríparas	24	0,55	0,05	0,45 – 0,66	0,18 – 0,56	Souza, 2005

A atividade da ALP nas primíparas foi mais elevada que nas pluríparas, apesar de ter permanecido dentro do intervalo de

referência, que é de 0 a 500 U/L (Radostits et al., 2007). Devido ao seu papel na mineralização óssea (Poelstra et al., 1997) e

à sua liberação pelos osteoblastos dos ossos metabolicamente ativos, este discreto aumento que ocorreu nas primíparas, provavelmente deve-se ao fato de as mesmas serem animais mais jovens e ainda em crescimento (Smith, 2006; Thrall et al., 2012). Apesar da atividade sérica desta enzima estar aumentada em casos de doença hepática e em animais jovens (Smith, 2006), seu valor diagnóstico é limitado na espécie bovina, devido à sua grande flutuação em condições normais, o que gera um intervalo de referência muito amplo para esta variável (Kaneko et al., 2008). É possível que tal amplitude de valores seja devido aos altos níveis de atividade de ALP sérica das vacas em lactação (Sato et al., 2005).

O valor médio do hematócrito ao parto estava próximo ao limite de referência inferior desta variável, o qual situa-se entre 24% e 46% (Radostits et al., 2007). Apesar da pequena quantidade de trabalhos científicos sobre o tema até o momento, especialmente na espécie bovina, alguns autores relatam efeito da gestação, promovendo redução no número de hemácias, mais acentuado nas proximidades do parto (Morris, 1944), em decorrência de um aumento do volume de sangue circulante, o qual também acompanha a

elevação do peso corporal do animal gestante e leva à queda no hematócrito (Hoversland et al., 1974).

As concentrações de fósforo (P) estavam dentro do intervalo de referência (5,6 a 6,5 mg/dL – Kaneko et al., 2008) (TAB. 9) enquanto que as de cálcio (Ca) e magnésio (Mg) encontravam-se acima dos mesmos, os quais vão de 8,5 a 10 mg/dL para o cálcio e 1,8 a 2,4 mg/dL para o magnésio (Goff, 2004). Tais achados não são comumente descritos na literatura para o perfil mineral sérico de vacas com aptidão leiteira ao parto. A maioria destes animais encontra-se com algum grau de deficiência de Ca logo após o parto e especialmente nos primeiros 10 dias de lactação (Ramberg et al., 1976), além do fato de que muitas têm hipocalcemia subclínica durante este período. Piccione et al. (2012) ao avaliarem o perfil mineral de vacas da raça Holandesa ao parto, obtiveram 5,78 mg/dL de cálcio, 4,88 mg/dL de fósforo e 1,76 mg/dL de magnésio, ou seja, concentrações bem mais baixas para estes minerais, do que as encontradas no presente estudo.

TABELA 9 - Perfil mineral (magnésio [Mg], fósforo [P] e cálcio [Ca]) em vacas da raça Holandesa no momento do parto

Minerais	n	Média	SD	IC (95%)	Intervalo de Referência	Autor
Ca (mg/dL)	24	11,02	0,49	10 – 12,03	8,5 – 10	Goff, 2004
P (mg/dL)	24	5,96	0,30	5,34 – 6,57	5,6 – 6,5	Kaneko et al., 2008
Mg (mg/dL)	24	3,08	0,17	2,72 – 3,43	1,8 – 2,4	Goff, 2004

Na bovinocultura leiteira tem sido utilizado o balanço cátion-aniônico da dieta, com a intenção de prevenir a incidência de distúrbios metabólicos, principalmente a hipocalcemia. A adição de ânions à dieta pré-parto, induz nos animais uma acidose metabólica, a qual melhora a resposta tecidual ao paratormônio (PTH), constatada por aumento da reabsorção óssea e síntese

de 1,25 dihidroxivitamina D, processos fisiológicos controlados por este hormônio (Horst et al., 1997).

As boas condições de manejo alimentar adotadas pela propriedade onde foi executado o experimento, possivelmente foram as responsáveis pelos resultados do perfil mineral aqui observados. Por meio da



utilização de dieta aniônica é provável que tenha havido estímulo adequado dos mecanismos de regulação do cálcio no pré-parto, desencadeados pela secreção de PTH, o qual levou os animais a parirem com concentrações elevadas deste mineral.

Elevado  $K^+$  dietético pode diminuir a absorção de Mg, por promover despolarização da membrana apical das células do epitélio do rúmen, reduzindo o potencial elétrico necessário para que o Mg possa cruzar a parede rumenal (Goff, 2006). Os baixos níveis de  $K^+$  associados a altos de Mg na dieta (0,4%), condições a que os animais experimentais eram submetidos, contribuíram para que os mesmos parissem com Mg acima do seu intervalo de referência.

Concentrações séricas elevadas de Mg favoreceram a melhor atuação do PTH (Rude, 1998), previamente estimulado pela dieta aniônica, já que este mineral participa da composição de enzimas envolvidas no mecanismo de ação deste hormônio, visando a homeostase do Ca. Por outro lado, o PTH pode causar aumento da reabsorção tubular renal de Mg, pela elevação do seu limiar de reabsorção, fazendo com que os rins excretem menos Mg, elevando assim sua concentração sérica (Goff et al., 1989). As características da dieta fornecida aos animais no pré-parto e a interligação entre os mecanismos regulatórios do Ca e Mg, podem ter sido os responsáveis pela elevação destes minerais ao parto. Além deste fato, é possível que a baixa densidade, separação dos animais por categoria e adequado espaço de cocho para as vacas na maternidade, tenha minimizado a redução do consumo, favorecendo a obtenção destes resultados.

### 3.2 COMPORTAMENTO DO PERFIL HIDROELETROLÍTICO, ÁCIDO-BASE, METABÓLICO E MINERAL EM VACAS DA RAÇA HOLANDESA, PRIMÍPARAS E PLURÍPARAS, NO PRIMEIRO DIA PÓS-PARTO

#### 3.2.1 Equilíbrio Eletrolítico e Ácido-base

Observando-se os resultados da TAB. 10, é possível constatar que o grupo das vacas primíparas (G2) não apresentou variação dos eletrólitos, osmolalidade e diferença de íons fortes (DIF) dentro do próprio grupo, ao longo dos momentos de coleta. Por outro lado, houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) dentro do grupo das pluríparas (G1) nas variáveis  $Cl^-$ ,  $HCO_3^-$ , e DIF.

As vacas primíparas apresentaram concentrações de  $K^+$  significativamente menores ( $p < 0,05$ ) que o das pluríparas às quatro e seis horas pós-parto. Estes valores encontravam-se no limite mínimo quando comparados ao intervalo de referência da literatura para esta variável, o qual é de 3,9 a 5,8 mEq/L (Kaneko et al., 2008).

Devido à necessidade de suprimento dietético para a manutenção da concentração de  $K^+$  (NRC, 2001), é provável que a diferença entre os grupos deva-se ao fato de que as primíparas normalmente apresentam um trabalho de parto mais longo (Doornbos et al., 1984) e são submetidas a níveis mais elevados de estresse (Daniels et al., 2007), levando esta categoria animal a ter um período de jejum mais prolongado, o qual se refletiria em valor mais baixo deste eletrólito, com relação às pluríparas, nas primeiras horas após o parto.

Apesar das características do metabolismo do potássio, tais como ausência de estoques corporais e relação com o equilíbrio ácido-base (Goff, 2004; 2006), e de o mesmo ter sido menor nas primíparas (G2), quando verifica-se o comportamento desta variável dentro do próprio grupo, é possível constatar que sua concentração não variou significativamente ( $p < 0,05$ ) ao longo dos momentos de coleta, o que sugere que esta alteração tem pouca relevância.

TABELA 10 - Valores médios pós-parto (0, 2, 4, 6, 12 e 24 horas) de eletrólitos ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ), osmolalidade (Osm) e diferença de íons fortes (DIF) em vacas da raça Holandesa, pluríparas (G1) e primíparas (G2), com avaliação dos momentos de coleta entre e dentro de cada grupo

Eletrólitos	Grupos	Momentos de coleta (horas pós-parto)						CV	p
		0h	2h	4h	6h	12h	24h		
$\text{Na}^+$ (mEq/L)	G1	141,8	142,0	142,9	143,1	142,4	141,9	0,99	0,296
$\text{Na}^+$ (mEq/L)	G2	142,5	142,4	142,9	142,6	142,8	142,4	1,03	0,977
CV		1,12	1,06	0,79	0,85	1,08	1,11		
p		0,362	0,627	0,998	0,425	0,635	0,536		
$\text{K}^+$ (mEq/L)	G1	4,2	4,2	4,3B	4,2B	4,2	4,3	8,51	0,967
$\text{K}^+$ (mEq/L)	G2	4,0	3,9	3,9A	4,0A	4,1	4,2	7,01	0,343
CV		8,06	7,43	5,91	5,29	9,47	9,57		
p		0,223	0,103	0,017	0,045	0,536	0,511		
$\text{Cl}^-$ (mEq/L)	G1	105,3ab	106,4b	106,5b	106,0b	104,9ab	102,4a	1,92	< 0,001
$\text{Cl}^-$ (mEq/L)	G2	105,9	104,6	105,3	104,8	104,6	105,0	2,46	0,912
CV		1,97	1,68	2,25	1,96	2,64	2,6		
p		0,557	0,068	0,33	0,245	0,859	0,072		
$\text{HCO}_3^-$ (mEq/L)	G1	25,30a	23,59aA	25,17a	26,30a	26,41a	29,78b	7,41	< 0,001
$\text{HCO}_3^-$ (mEq/L)	G2	26,44	26,75B	26,48	26,74	26,38	27,63	8,78	0,902
CV		6,11	7,71	5,9	9,68	9,12	9,07		
p		0,172	0,006	0,107	0,738	0,976	0,121		
Osm (mOsm/kg)	G1	286,5	288,9	289,1	288,4	287,5	285,2	1,03	0,084
Osm (mOsm/kg)	G2	288,1	288,6	287,0	287,2	288,4	286,2	1,06	0,585
CV		1,03	1,03	1,08	0,99	1,11	1,03		
p		0,306	0,857	0,199	0,414	0,609	0,517		
DIF (mEq/L)	G1	40,7a	39,8a	40,7a	41,3ab	41,7ab	43,8b	4,67	0,004
DIF (mEq/L)	G2	40,7	41,7	41,6	41,8	42,2	41,6	5,38	0,825
CV		5,01	4,92	4,78	4,62	5,4	5,43		
p		0,933	0,084	0,390	0,602	0,665	0,071		

Médias seguidas por letras distintas minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

No grupo das pluríparas (G1), observa-se que houve pequena variação nos valores de  $\text{Cl}^-$  e  $\text{HCO}_3^-$ , embora os mesmos tenham permanecido dentro dos intervalos de referência, os quais situam-se entre 97 e 111 mEq/L (Kaneko et al., 2008) e 20 a 30 mEq/L (Radostits et al., 2007), respectivamente. O cloreto apresentou valor mais alto quatro horas pós-parto, com tendência à queda às 12 horas e redução significativa ( $p < 0,05$ ) às 24 horas pós-parto. Já o íon  $\text{HCO}_3^-$  elevou-se significativamente ( $p < 0,05$ ) às 24 horas pós-parto, coincidindo com a queda do cloreto. Estes resultados podem ser explicados pela teoria da diferença de íons

fortes. De acordo com a mesma, o  $\text{Cl}^-$  é um íon completamente dissociado em fluidos corpóreos, que não participa de reações de equilíbrio, características que o definem como um íon forte. Ainda segundo a mesma, o íon  $\text{HCO}_3^-$  é considerado uma variável dependente (Eicker, 1990). A partir de tais características e para se obedecer ao princípio da eletroneutralidade dos fluidos (Constable, 1999), a redução na concentração de  $\text{Cl}^-$  é seguida por elevação do  $\text{HCO}_3^-$  sérico, fato este que gera um aumento na diferença de íons fortes (DIF) (GRAF. 1), também no último momento de coleta.

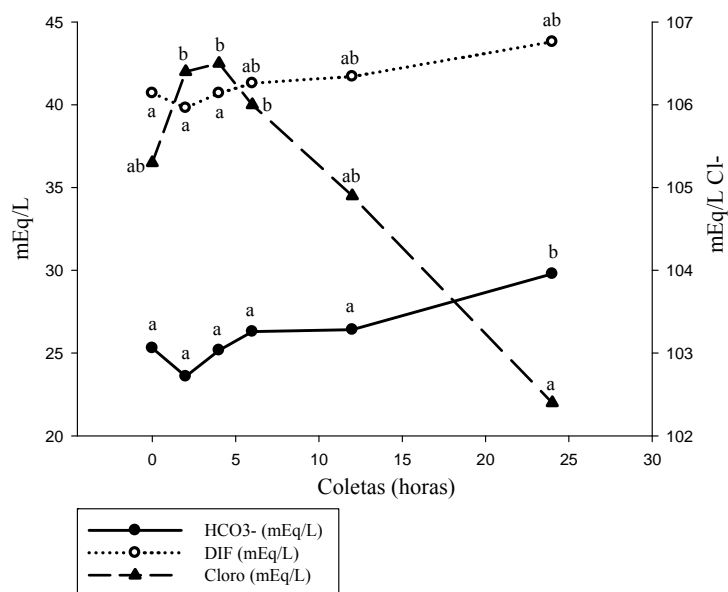


GRÁFICO 1 - Valores médios pós-parto (0, 2, 4, 6, 12 e 24 horas) do  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$  e diferença de íons fortes (DIF) em vacas pluríparas (G1) da raça Holandesa, nas primeiras 24 horas pós-parto.

As concentrações de  $\text{Cl}^-$  no colostro (155 mg/dL) são mais elevadas que no leite (104,4 mg/dL) (Raimondo et al., 2009). Devido ao manejo adotado na propriedade, o tempo médio para a realização da primeira ordenha nos animais experimentais, foi de 10,5 horas. É provável que esta tenha sido a causa da redução na concentração de  $\text{Cl}^-$  ao longo dos momentos de coleta, nas vacas pluríparas, a qual

começou a manifestar-se a partir de 12 horas pós-parto (GRAF. 2), ou seja, pouco tempo após a ordenha. A maior capacidade produtiva desta categoria animal em relação às primíparas (Tekerli et al., 2000), favoreceu a perda mais acentuada deste eletrólito para composição do leite de transição.

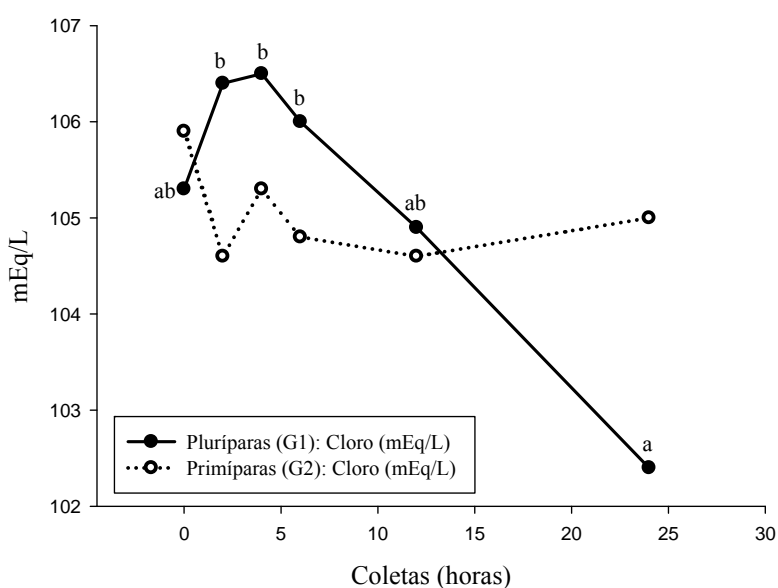


GRÁFICO 2 - Valores médios pós-parto (0, 2, 4, 6, 12 e 24 horas) do cloro em vacas da raça Holandesa, pluríparas (G1) e primíparas (G2), com avaliação dos momentos de coleta entre e dentro de cada grupo.

Na avaliação do pH sanguíneo no grupo das pluríparas (G1), houve uma tendência a aumento de seus valores a partir de 4 horas após o parto (TAB. 11), com diferença significativa ( $p < 0,05$ ) às 24 horas (7,47). Neste momento, o valor médio do pH estava acima do limite superior para esta variável, que é de 7,44 (Carlson e Bruss, 2008), indicando assim, que os animais deste grupo entraram em alcalose metabólica, apesar de não serem evidenciados sinais clínicos nos mesmos (GRAF. 3). Os demais parâmetros diferentes no referido grupo foram o  $tCO_2$ ,

$HCO_3^-$  e EB, também no último momento de coleta, mostrando que houve aumento de bases às 24 horas pós-parto, o qual explica a elevação do valor do pH. Não foram constatadas diferenças significativas para os parâmetros ligados ao equilíbrio ácido-base no grupo das primíparas (G2).

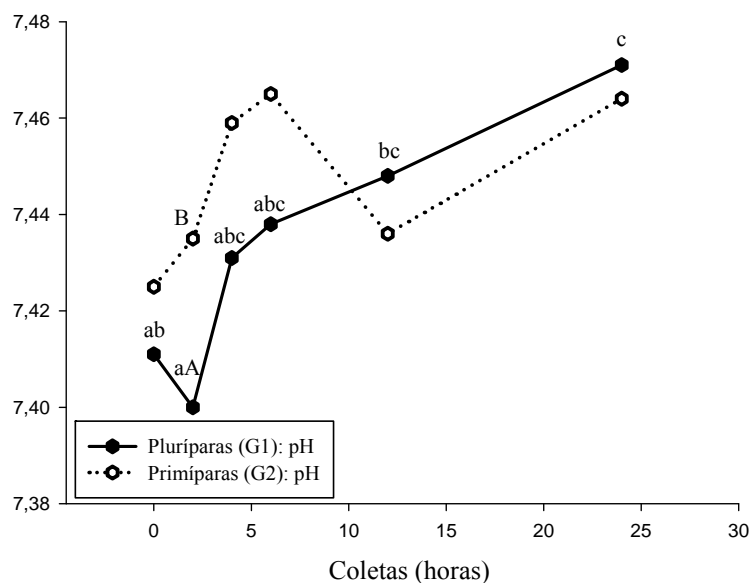


GRÁFICO 3 - Valores médios pós-parto (0, 2, 4, 6, 12 e 24 horas) do pH em vacas da raça Holandesa, pluríparas (G1) e primíparas (G2), com avaliação dos momentos de coleta entre e dentro de cada grupo.

Na comparação entre os grupos, observa-se que houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) às duas horas pós-parto para o pH,  $tCO_2$ ,  $HCO_3^-$  e EB, as quais estavam mais altas no grupo das primíparas (G2), corroborando a equação de Henderson-Hasselbalch (DiBartola, 2007), já que as últimas três

variáveis representam diretamente a quantidade de bases no organismo. Desta maneira, é esperado que o pH mais alto neste grupo, fosse acompanhado por maior concentração de bases no mesmo momento de coleta, neste caso, às duas horas pós-parto.

TABELA 11 - Valores médios pós-parto (0, 2, 4, 6, 12 e 24 horas) do pH sanguíneo, pCO<sub>2</sub>, tCO<sub>2</sub>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, desvio de bases (EB), janela aniônica (Agap) e lactato (Lact) em vacas da raça Holandesa, pluríparas (G1) e primíparas (G2), com avaliação dos momentos de coleta entre e dentro de cada grupo

Equilíbrio ácido-base	Grupos	Momentos de coleta (horas pós-parto)						CV	p
		0h	2h	4h	6h	12h	24h		
pH	G1	7,411ab	7,400aA	7,431abc	7,438abc	7,448bc	7,471c	0,43	< 0,001
pH	G2	7,425	7,435B	7,459	7,465	7,436	7,464	0,42	0,055
CV		0,53	0,4	0,38	0,39	0,39	0,44		
p		0,498	0,03	0,07	0,08	0,45	0,65		
pCO <sub>2</sub> (mm/Hg)	G1	39,89	38,03	38,03	38,86	38,14	41,04	8,86	0,419
pCO <sub>2</sub> (mm/Hg)	G2	40,43	39,83	37,38	37,11	39,01	38,39	7,68	0,187
CV		8,55	8,27	7,2	8,59	7,21	9,55		
p		0,759	0,28	0,64	0,30	0,54	0,18		
tCO <sub>2</sub> (mEq/L)	G1	26,4a	24,8aA	26,3a	27,3a	27,5a	30,9b	7,39	< 0,001
tCO <sub>2</sub> (mEq/L)	G2	27,5	27,9B	27,6	27,8	27,6	28,8	8,82	0,923
CV		5,60	7,89	5,89	9,67	9,49	8,98		
p		0,158	0,01	0,12	0,71	0,93	0,14		
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mEq/L)	G1	25,30a	23,59aA	25,17a	26,30a	26,41a	29,78b	7,41	< 0,001
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mEq/L)	G2	26,44	26,75B	26,48	26,74	26,38	27,63	8,78	0,902
CV		6,11	7,71	5,9	9,68	9,12	9,07		
p		0,172	0,01	0,12	0,74	0,98	0,12		
EB (mEq/L)	G1	0,6ab	-1,3aA	0,7abA	2,1b	2,4b	6,1c	116,14	< 0,001
EB (mEq/L)	G2	2,0	2,6B	2,9B	3,1	2,3	3,9	95,74	0,773
CV		140,89	319,09	101,22	110,48	110,48	56		
p		0,159	0,003	0,028	0,502	0,923	0,13		
Agap (mEq/L)	G1	15,50	16,00	15,68	14,75	15,13	13,88	11,37	0,191
Agap (mEq/L)	G2	14,13	14,75	14,88	14,88	16,00	14,13	9,27	0,097
CV		10,66	9,12	8,28	14,02	8,9	10,76		
p		0,103	0,096	0,227	0,906	0,227	0,745		
Lact (mmol/L)	G1	1,64	1,26	0,81A	1,01A	1,09	1,58	60,39	0,199
Lact (mmol/L)	G2	1,90	1,97	1,72B	2,22B	1,52	1,42	43,54	0,343
CV		52,15	53,31	60,35	48,96	41,95	41,24		
p		0,573	0,122	0,031	0,009	0,14	0,616		

Médias seguidas por letras distintas minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

Pode-se verificar que o aumento gradativo do pH sanguíneo nas pluríparas após o parto está relacionado com a diminuição das concentrações séricas de Cl<sup>-</sup> e consequente aumento do HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> (GRAF. 4), de acordo com a teoria dos íons fortes

(Constable, 1999). A queda dos íons cloreto provavelmente estava relacionada às demandas deste eletrólito pela glândula mamária para produção do leite após a primeira ordenha, a qual é maior nesta categoria animal (Tekerli et al., 2000).

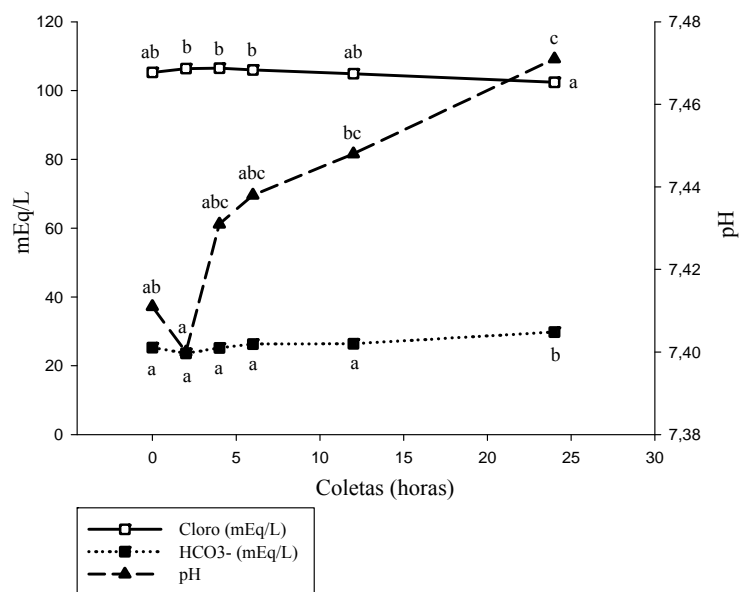


GRÁFICO 4 - Valores médios pós-parto (0, 2, 4, 6, 12 e 24 horas) do  $\text{Cl}^-$ , pH e  $\text{HCO}_3^-$  em vacas pluríparas (G1) da raça Holandesa, nas primeiras 24 horas pós-parto.

Apesar de o pH encontrar-se significativamente ( $p < 0,05$ ) mais alto nas primíparas (G2) às duas horas pós-parto, esta elevação é discreta e o valor permaneceu dentro do intervalo de referência para a espécie, que é de 7,32 a 7,44 (Carlson e Bruss, 2008), não havendo deste modo, necessidade de ativação dos mecanismos respiratórios compensatórios, como hipoventilação e aumento da  $\text{pCO}_2$ , os quais deveriam ocorrer caso os animais tivessem entrado em alcalose metabólica (Dibartola, 2007). Além disso, o comportamento do pH dentro deste grupo, não variou ( $p < 0,05$ ) ao longo dos momentos de coleta.

O lactato apresentou-se significativamente ( $p < 0,05$ ) mais baixo nas pluríparas (G1) às quatro e seis horas pós-parto, voltando novamente a igualar-se a partir daí. Apesar disso, sua concentração encontrava-se dentro do intervalo de referência para bovinos, o qual vai de 0,56 a 2,22 mmol/L (Kaneko et al., 2008).

### 3.2.2 Parâmetros Hematimétricos e Bioquímicos

Dentre os parâmetros hematimétricos listados na TAB. 12, pode-se observar que na avaliação dos momentos dentro de cada grupo, houve variação significativa apenas para o BUN no grupo das primíparas, o qual elevou-se de forma significativa ( $p < 0,05$ ) às 12 horas pós-parto, para em seguida, na última coleta, reduzir-se a valor igual ao dos demais momentos avaliados. Apesar desta oscilação, os valores ainda permaneceram dentro do intervalo de referência (6 e 27 mg/dL) (Radostits et al., 2007).

Não foram constatadas diferenças significativas entre os grupos para a variável proteína plasmática total (PPT), porém em ambos, as concentrações de PPT encontravam-se abaixo do intervalo de referência, que vai de 6,8 a 8,6 g/dL (Smith, 2006). Estes resultados também foram observados por outros autores, os quais relacionaram a abrupta diminuição na concentração de proteínas totais no periparto, à transferência de globulinas para composição do colostro (Moraes et al., 1997; Nath et al., 2005; Saut, 2008). Moraes et al. (1997) verificaram queda na concentração sérica de imunoglobulinas em

vacas da raça Holandesa, entre 14 dias antes, até sete dias pós-parto.

Na comparação entre os grupos, tampouco foram constatadas diferenças ( $p < 0,05$ ) para o nitrogênio uréico sanguíneo (BUN) e o hematócrito (TAB.12). Apesar disso, os valores do hematócrito em ambos os grupos encontravam-se próximos ao limite inferior do intervalo de referência desta variável para bovinos, o qual situa-se entre 24% e 46% (Radostits et al., 2007). Embora exista pequena quantidade de trabalhos científicos em bovinos, estudando os efeitos da gestação sobre a hemodinâmica, alguns autores relatam redução no número de

hemácias, mais acentuado nas proximidades do parto (Morris, 1944). A origem desta “anemia fisiológica” nos ruminantes é considerada controversa, pois diferentemente da espécie humana, onde na fase final da gestação ocorre uma hipervolemia, devido a um aumento de cerca de 40% no volume de sangue circulante (Burwell e Metcalfe, 1958 citado por Viana et al., 2003), em bovinos e caprinos há relatos de que a mesma possa chegar a 20% (Strauss, 1934) e 11% respectivamente, nos últimos meses de gestação, levando a redução no hematócrito neste período (Hoversland et al., 1974).

TABELA 12 - Valores médios pós-parto (0, 2, 4, 6, 12 e 24 horas) do hematócrito (Ht), nitrogênio uréico sanguíneo (BUN) e proteína plasmática total (PPT) em vacas da raça Holandesa, pluríparas (G1) e primíparas (G2), com avaliação dos momentos de coleta entre e dentro de cada grupo

Parâmetros Hematimétricos	Grupos	Momentos de coleta (horas pós-parto)						CV	p
		0h	2h	4h	6h	12h	24h		
Ht (%)	G1	24	25	25	25	24	23	12,89	0,899
Ht (%)	G2	27	27	26	25	24	24	9,55	0,057
	CV	10,47	10,05	11,3	10,62	13,16	11,95		
	p	0,096	0,12	0,31	0,85	0,82	0,72		
BUN (mg/dL)	G1	12,9	13,8	14,4	14,9	16,4	12,9	45,07	0,880
BUN (mg/dL)	G2	10,5a	11,8a	12,5ab	13,9ab	16,3b	12,4ab	20,61	0,002
	CV	37,08	35,26	36,78	36,8	33,07	38,27		
	p	0,292	0,389	0,455	0,711	0,964	0,839		
PPT (g/dL)	G1	6,59	6,42	6,50	6,56	6,45	6,39	11,60	0,994
PPT (g/dL)	G2	6,45	6,28	6,18	6,33	6,45	6,28	6,17	0,691
	CV	9,71	8,14	9,06	7,95	13,64	5,49		
	p	0,671	0,58	0,29	0,37	0,10	0,55		

Médias seguidas por letras distintas minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Os valores de BUN encontravam-se dentro do intervalo de referência da literatura, que cita como normais, valores entre 6 e 27 mg/dL (Radostits et al., 2007) para esta variável. Baixas concentrações de PPT com BUN normal, reafirmam, conforme previamente discutido, que pode ter havido redução da fração das imunoglobulinas da proteína plasmática total, as quais teriam sido drenadas para a composição do colostro. Caso tivesse havido elevação nos valores de ambos, poderia ser sugestivo de desidratação, já que os mesmos também são importantes parâmetros para avaliação deste sinal clínico.

Dos parâmetros listados na TAB. 13, apenas o valor dos ácidos graxos não

esterificados (NEFA), não se alterou ao longo dos momentos de coleta. A concentração de glicose elevou-se significativamente ( $p < 0,05$ ) no grupo das pluríparas (G1) às duas horas pós-parto, reduzindo-se às quatro horas a valor igual ao momento do parto, para em seguida continuar a cair até última coleta. Nas primíparas, o valor reduziu-se às quatro horas pós-parto, mantendo-se estável até as 24 horas. Desta forma constatou-se que até por volta de quatro horas pós-parto, a glicose encontrava-se bastante elevada em ambos os grupos, momento a partir do qual, começou a se estabilizar dentro de concentrações normais. Radostits et al. (2007) atribuem como intervalo de

referência para glicose em bovinos, valores entre 45 e 75 mg/dL.

Tais achados corroboram trabalhos de outros autores, os quais afirmam que a glicose aumenta acentuadamente ao parto e decresce imediatamente após o mesmo, devido principalmente a alterações metabólicas e hormonais às quais as vacas com aptidão leiteira são submetidas durante este período (Kunz et al. 1985; Vazquez-Añon, 1994).

Além da glicose alta nos dois grupos nas primeiras horas pós-parto e da variação ao longo dos momentos de coleta, houve oscilação desta variável entre os grupos (TAB.13). Ao parto, as primíparas (G2) estavam com concentração de glicose mais

elevada que as pluríparas (G1), havendo em seguida uma queda mais acentuada nas primíparas, refletindo-se em diferença significativa ( $p < 0,05$ ) às quatro horas pós-parto, momento no qual houve uma inversão da diferença entre os grupos, em relação à observada no momento do parto. Às seis e 12 horas pós-parto as concentrações voltaram a se igualar entre os grupos, para depois, às 24 horas, tornarem-se novamente mais altas no grupo das primíparas. É possível que a concentração mais alta de glicose nas primíparas no último momento de coleta, esteja relacionada à menor produção de leite destas com relação às pluríparas (Tekeri et al., 2000), o que reduziria assim a drenagem deste carboidrato no leite.

TABELA 13 - Valores médios pós-parto (0, 2, 4, 6, 12 e 24 horas) da glicose (Glu), dos ácidos graxos não esterificados (NEFA) e  $\beta$ -hidroxibutirato ( $\beta$ HB) em vacas da raça Holandesa, pluríparas (G1) e primíparas (G2), com avaliação dos momentos de coleta entre e dentro de cada grupo

Perfil Energético	Grupos	Momentos de coleta (horas pós-parto)						CV	p
		0h	2h	4h	6h	12h	24h		
Glu (mg/dL)	G1	97,6bA	127,3c	96,7bB	73,8ab	73,0ab	67,9aA	18,98	< 0,001
Glu (mg/dL)	G2	119,9bB	127,4b	77,0aA	79,5a	78,5a	74,5aB	12,81	< 0,001
CV		18,46	18,78	16,02	7,08	10,36	7,4		
p		0,044	0,991	0,013	0,052	0,183	0,025		
NEFA (mmol/L)	G1	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	64,66	0,691
NEFA (mmol/L)	G2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,3	0,4	45,55	0,286
CV		53,44	57,48	45,06	39,27	71,28	69,84		
p		0,273	0,489	0,399	0,262	0,898	0,445		
$\beta$ HB (mmol/L)	G1	0,794ab	0,626a	0,585a	0,631a	0,672a	1,067bB	32,84	0,002
$\beta$ HB (mmol/L)	G2	0,558ab	0,546a	0,631ab	0,773ab	0,830b	0,726abA	27,19	0,015
CV		37,06	23,43	34,99	24,52	34,33	25,16		
p		0,079	0,257	0,679	0,120	0,283	0,009		

Médias seguidas por letras distintas minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Os animais experimentais não apresentaram variação ( $p < 0,05$ ) nos valores de NEFA, com suas concentrações permanecendo abaixo de 0,7 mmol/L, considerados adequados para vacas em lactação (Whitaker, 2004). Apesar de o NEFA ser excelente indicador do metabolismo energético em ruminantes, deve-se ressaltar que existe elevada variação neste metabólito ao longo do dia, em decorrência da ingestão de alimentos e condições ambientais alheias ao balanço de energia, como é o caso do estresse (Drackley, 2000). Desta forma, é importante que a interpretação dos seus valores seja feita em

conjunto com outras variáveis, como o  $\beta$ -hidroxibutirato ( $\beta$ HB) e escore corporal (Wittwer, 2000) para avaliação do balanço energético.

Avaliando-se o comportamento ao longo dos momentos de coleta, observa-se que o  $\beta$ HB sofreu variação em ambos os grupos, ocorrendo aumento ( $p < 0,05$ ) às 24 horas pós-parto nas pluríparas (G1). Da mesma forma que aconteceu na comparação entre grupos, discutida adiante, a elevação do  $\beta$ HB, neste momento, reafirma que as pluríparas encontravam-se em balanço energético negativo mais acentuado, o que



provavelmente deveu-se ao fato das mesmas produzirem mais leite que as primíparas (Teklerli et al., 2000), além de sofrerem maior redução na ingestão de matéria seca nas últimas duas semanas pré-parto (Marquardt et al., 1977). Nas primíparas a concentração de  $\beta$ HB aumentou às 12 horas pós-parto para em seguida sofrer redução e se igualar aos valores obtidos nos demais momentos avaliados. Apesar desta elevação, as concentrações de  $\beta$ HB neste grupo permaneceram dentro do intervalo de referência, de 0,6 e 1 mmol/L (Whitaker, 2004).

O  $\beta$ HB apresentou-se significativamente ( $p < 0,05$ ) mais elevado no grupo das pluríparas (G1), às 24 horas pós-parto, oportunidade em que ficou um pouco acima de 1 mmol/L, permanecendo próximo dos limites citados na literatura como ponto de corte para cetose subclínica, os quais situam-se entre 1,2 a 1,4 mmol/L (Whitaker, 2004). Alguns autores citam que concentrações de  $\beta$ HB acima de 1 mmol/L, podem comprometer a saúde e a produtividade dos animais (Radostits et al., 2007; Whitaker, 2004). A maior mobilização de corpos cetônicos nas pluríparas, pode ser atribuída ao balanço energético negativo mais acentuado nas vacas a partir da segunda lactação, devido à sua produção leiteira mais elevada (Grummer et al., 2004; Teklerli et al., 2000). Com exceção do último momento de coleta no grupo das pluríparas, nos demais, para ambos os grupos, o  $\beta$ HB permaneceu dentro de concentrações normais, indicando que uma baixa e aceitável taxa de mobilização de gordura, poderia estar acontecendo.

A partir dos resultados descritos acima, é possível constatar, no que tange ao metabolismo energético, que ao final do primeiro dia pós-parto houve decréscimo da glicose em ambos os grupos e elevação das concentrações de  $\beta$ HB nas pluríparas (G1), indicando que os animais deste grupo tiveram balanço energético mais acentuado que as primíparas (G2).

Conforme pode ser constatado observando-se os resultados da TAB. 14, não houve

variação significativa ( $p < 0,05$ ) em nenhuma das enzimas ao longo dos seis momentos avaliados. Na comparação entre grupos, a atividade das enzimas indicadoras do metabolismo hepático estudadas neste trabalho (AST, GGT e LDH), apresentou importantes alterações, especialmente no grupo das pluríparas (G1). A aspartato-aminotransferase (AST) diferiu ( $p < 0,05$ ) entre os grupos somente às 24 horas pós-parto, sendo maior nas pluríparas. Apesar de a AST não ser hepato-específica para ruminantes é a enzima de escolha para detecção de lesão dos hepatócitos nestas espécies. Isto decorre da maior disponibilidade de reagentes comerciais para a mesma e também pela possibilidade de ser interpretada em conjunto com outras variáveis, com o intuito de descartar possíveis lesões musculares e/ou confirmar lesão hepática (Thrall et al., 2012).

O aumento da AST no grupo das pluríparas, coincide com o momento dos níveis mais altos de  $\beta$ HB (TAB.13) para o mesmo grupo. Por causa do balanço energético negativo a que os animais são submetidos neste período, os lipídeos são utilizados como fonte primária de energia, gerando acúmulo de corpos cetônicos na circulação sanguínea, representados pelo aumento do  $\beta$ HB (Drackley et al., 1991). Associado a este quadro, pode-se observar que a gama-glutamilttransferase (GGT), embora estatisticamente igual nos dois grupos, está acima dos seus valores de referência, que vão de 15 a 39 U/L (Smith, 2006), também às 24 horas após o parto, nas pluríparas. A elevação da atividade sérica da GGT é um dos indicadores mais confiáveis de lesão hepática e obstrução biliar em grandes animais (Smith, 2006).

Os achados citados anteriormente sugerem o início de sobrecarga da atividade hepática (Thrall et al., 2012), possivelmente pelo aumento mais acentuado da mobilização lipídica nos animais deste grupo. Após a mobilização de NEFA a partir do tecido adiposo, em decorrência do balanço energético negativo, os mesmos são absorvidos pelo fígado e podem sofrer esterificação, resultando na formação de triglicerídeos e predispondo ao desenvolvimento de fígado gordo. Se ao

invés de serem esterificados, sofrerem oxidação, originarão corpos cetônicos, os quais podem levar o animal a desenvolver cetose. Dentre os corpos cetônicos, o  $\beta$ Hb é preferível em relação ao acetoacetato ou acetona, devido à sua maior estabilidade na amostra (Herdt e Gerloff, 2009). Um dos fatores que poderia justificar estas

alterações nas pluríparas, seria o fato de que estas apresentam maior produção de leite do que as primíparas (Teklerli et al., 2000), as quais teoricamente estariam em balanço energético negativo menos acentuado neste momento.

TABELA 14 - Valores médios pós-parto (0, 2, 4, 6, 12 e 24 horas) das enzimas aspartato-aminotransferase (AST), gama-glutamyltransferase (GGT), fosfatase alcalina (ALP) e lactato desidrogenase (LDH) em vacas da raça Holandesa, pluríparas (G1) e primíparas (G2), com avaliação dos momentos de coleta entre e dentro de cada grupo

Enzimas	Grupos	Momentos de coleta (horas pós-parto)						CV	p
		0h	2h	4h	6h	12h	24h		
AST (U/L)	G1	78	70	79	82	71	97B	40,52	0,604
AST (U/L)	G2	71	62	66	73	71	62A		
	CV	35,65	42,02	34,03	31,88	39,93	30,79		
	p	0,588	0,59	0,34	0,49	0,99	0,01		
GGT (U/L)	G1	36	34	35	32	36	43	37,59	0,729
GGT (U/L)	G2	26	32	27	29	34	29	38,36	0,779
	CV	38,55	33,22	43,16	25,96	37,96	44,22		
	p	0,132	0,62	0,25	0,52	0,78	0,10		
ALP (U/L)	G1	101A	96A	96A	90A	104A	102A	36,38	0,972
ALP (U/L)	G2	163B	178B	163B	165B	154B	149B	27,91	0,771
	CV	19,80	39,15	31,77	43,66	31,5	30,38		
	p	<0,001	0,008	0,005	0,018	0,029	0,028		
LDH (U/L)	G1	1241,18	1045,24	1148,73	1278,42	1175,59	1511,43B	45,00	0,663
LDH (U/L)	G2	884,61	843,25	827,01	963,90	787,69	867,49A	38,26	0,930
	CV	36,86	42,7	35,4	56,93	44,86	38,65		
	p	0,090	0,33	0,09	0,34	0,09	0,01		

Médias seguidas por letras distintas minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

A atividade da ALP no grupo das primíparas (G2) foi significativamente ( $P < 0,05$ ) mais alta em todos os momentos avaliados, apesar de ter permanecido dentro do intervalo de referência para a espécie, que é de 0 a 500 U/L (Radostits et al., 2007). Devido ao seu papel na mineralização óssea (Poelstra et al., 1997) e à sua liberação pelos osteoblastos dos ossos metabolicamente ativos, espera-se que este discreto aumento ocorra em animais jovens em fase de crescimento. A ausência de mudança nas concentrações de ALP nas primíparas, reafirma que esta enzima estava elevada em todos os momentos de coleta,

ao longo do período de 24 horas avaliado, fato este que era esperado, em razão das primíparas ainda encontrarem-se em fase de crescimento (Smith, 2006; Thrall et al., 2012).

A atividade da lactato desidrogenase (LDH) foi mais elevada nas pluríparas às 24 horas pós-parto (GRAF. 5), sendo que neste momento, foi a única vez em que a mesma ficou acima do intervalo de referência para esta variável, o qual situa-se entre 692 e 1445 U/L (Kaneko et al., 2008).

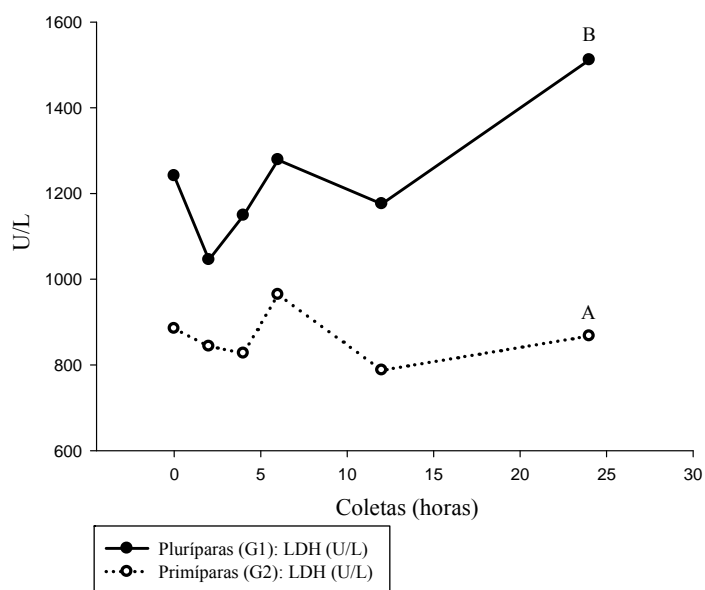


GRÁFICO 5 - Valores médios pós-parto (0, 2, 4, 6, 12 e 24 horas) da Lactato desidrogenase (LDH) em vacas da raça Holandesa, pluríparas (G1) e primíparas (G2), com avaliação dos momentos de coleta entre e dentro de cada grupo.

A LDH é encontrada em concentrações relativamente altas em diversos órgãos e tecidos corpóreos, desde coração, fígado, músculos e rins, passando por eritrócitos e leucócitos. Tal característica, implica em uma redução do seu uso como ferramenta diagnóstica, já que seus limites de sensibilidade e especificidade, são reduzidos. Apesar desta característica, elevação na atividade enzimática sérica da LDH, deverá ser avaliada em conjunto com outras enzimas que sejam mais específicas para determinados órgãos (Smith, 2006; Kaneko et al., 2008). Desta maneira, nos

nossos resultados, a elevação das concentrações séricas de LDH observada nas pluríparas (G1), coincidiu com aumento significativo do  $\beta$ HB e AST, além da GGT acima do intervalo de referência, no mesmo momento de coleta, ou seja, às 24 horas pós-parto (GRAF. 6 e 7). A interpretação da elevação da LDH associada ao perfil energético e a outras enzimas mais específicas para avaliação da função hepática, reforça o fato de que as pluríparas acentuaram o balanço energético negativo ao final do primeiro dia pós-parto.

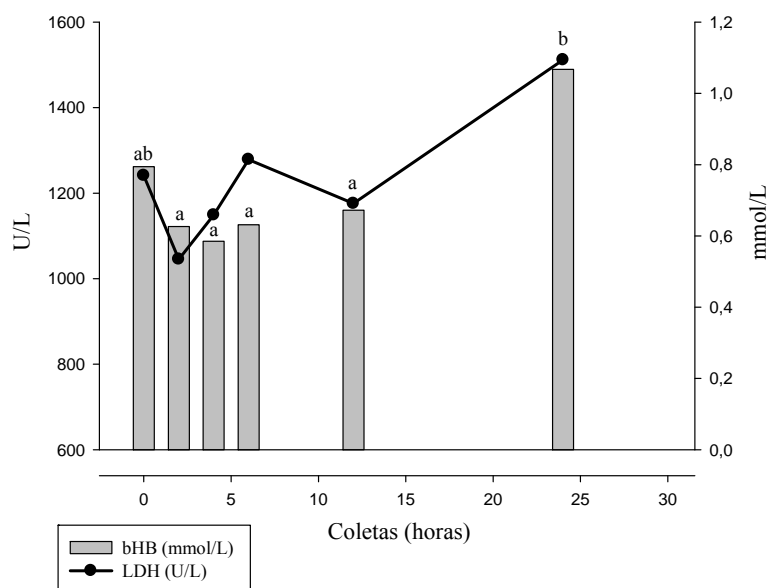


GRÁFICO 6 - Valores médios pós-parto (0, 2, 4, 6, 12 e 24 horas) de  $\beta$ HB e LDH em vacas pluríparas (G1) da raça Holandesa, nas primeiras 24 horas pós-parto.

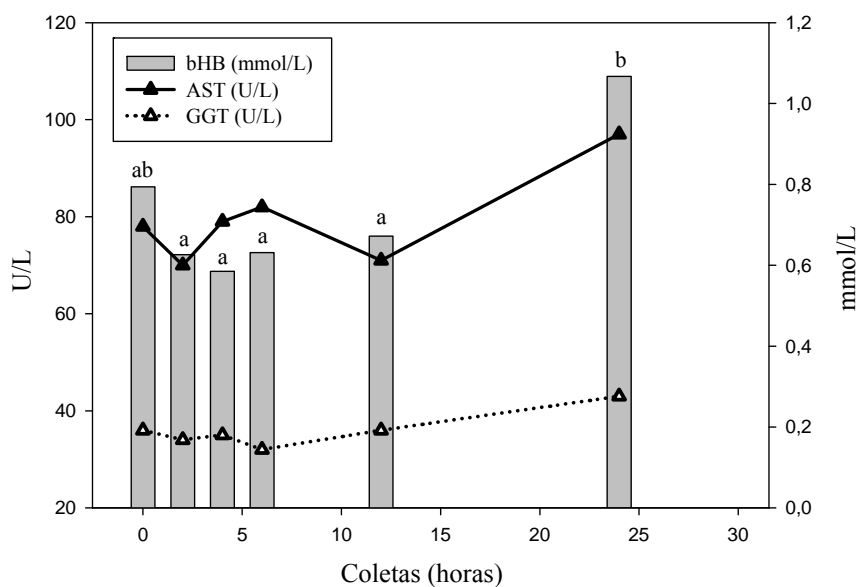


GRÁFICO 7 - Valores médios pós-parto (0, 2, 4, 6, 12 e 24 horas) de  $\beta$ HB, AST e GGT em vacas pluríparas (G1) da raça Holandesa, nas primeiras 24 horas pós-parto.

Não houve diferença entre os grupos (TAB. 15) para as concentrações de uréia, creatinina e bilirrubina total. Na avaliação ao longo dos momentos dentro de cada grupo, foi constatada diferença ( $p < 0,05$ ) somente para a uréia nas primíparas (G2), a qual elevou-se às 12 horas pós-parto, para

em seguida, na próxima coleta, reduzir-se a valor semelhante aos anteriores. Apesar da referida diferença, os valores permaneceram dentro do intervalo de referência para a variável, o qual situa-se entre 44,6 e 66,8 mg/dL (Meyer et al., 1995).

TABELA 15 - Valores médios pós-parto (0, 2, 4, 6, 12 e 24 horas) da uréia (URE), creatinina (CREAT) e bilirrubina total (BilT), em vacas da raça Holandesa, pluríparas (G1) e primíparas (G2), com avaliação dos momentos de coleta entre e dentro de cada grupo

Parâmetros Bioquímicos	Grupos	Momentos de coleta (horas pós-parto)						CV	p
		0h	2h	4h	6h	12h	24h		
URE (mg/dL)	G1	47	41	44	41	48	58	39,70	0,493
URE (mg/dL)	G2	37a	39a	43a	45a	55b	37a	28,27	0,043
CV		29,82	23,29	29,14	26,58	30,77	54,71		
p		0,133	0,69	0,85	0,54	0,39	0,13		
CREAT (mg/dL)	G1	1,3	1,1	1,1	1,2	1,3	1,8	38,62	0,121
CREAT (mg/dL)	G2	1,3	1,3	1,1	1,0	1,2	1,3	30,53	0,596
CV		32,82	28,29	40,96	29,88	36,45	38,59		
p		0,775	0,29	0,83	0,38	0,58	0,09		
BilT (mg/dL)	G1	0,66	0,70	0,54	0,57	0,55	0,64	56,47	0,914
BilT (mg/dL)	G2	0,46	0,47	0,41	0,44	0,43	0,48	27,66	0,830
CV		40,17	67,16	58,9	28,13	33,23	47,07		
p		0,102	0,26	0,35	0,09	0,16	0,27		

Médias seguidas por letras distintas minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

A avaliação destes resultados, associada também à ausência de alteração e diferença significativa ( $p < 0,05$ ) no hematócrito e concentração de proteínas plasmáticas totais (TAB. 12), indicam que não houve diferença em relação ao grau de hidratação em pluríparas ou primíparas nas primeiras 24 horas pós-parto. As concentrações normais de uréia e creatinina, sugerem que boa taxa de filtração glomerular estava ocorrendo (Thrall et al., 2012) durante o período analisado, também sem influência da categoria animal sobre o referido parâmetro.

### 3.2.3 Minerais

Na avaliação do comportamento dos minerais ao longo das primeiras 24 horas pós-parto (TAB. 16) é possível constatar que de uma maneira geral, o grupo das primíparas (G2) manteve-se mais estável, apresentando diferença significativa ( $p < 0,05$ ) apenas para o fósforo, o qual sofreu elevação às 12 horas, momento em que ficou acima do intervalo de referência (5,6 a 6,5 mg/dL – Kaneko et al., 2008). Apesar de o magnésio (Mg) não ter variado dentro deste grupo, suas concentrações permaneceram acima do intervalo de referência em todos os tempos avaliados (1,8 a 2,4 mg/dL - Goff, 2004).

As concentrações de magnésio (Mg) e cálcio (Ca) nas pluríparas (G1)

encontravam-se mais altas ao parto. A partir de duas horas o Mg sofreu uma redução, voltando a aumentar às 24 horas pós-parto. Apesar desta variação, o mesmo permaneceu acima dos valores de referência em todas as coletas. De maneira semelhante ao Mg, o Ca também estava com concentrações elevadas durante o primeiro dia pós-parto, apresentando pequenas oscilações, com elevação às 24 horas. Já o fósforo (P) aumentou a partir de 12 horas pós-parto, momento em que ultrapassou seu intervalo de referência (5,6 a 6,5 mg/dL – Kaneko et al., 2008).

Observando-se o comportamento das concentrações de cálcio, magnésio e fósforo obtidas neste trabalho, constatamos níveis adequados desses minerais ao parto, possivelmente relacionados às práticas pré-parto utilizadas na propriedade. A alimentação e o manejo das vacas ao final do período seco, eram realizados de forma a diminuir as chances de hipocalcemia. Para esse fim adotavam-se medidas como separação de grupos de primíparas e pluríparas, espaço de cocho, de piquete e sombreamento adequados, boa disponibilidade de água, fornecimento de volumosos de alta qualidade e na forma de dieta total. Estes fatores podem ter contribuído para a menor redução da ingestão de matéria seca no pré-parto, garantindo assim suprimento adequado de magnésio e cálcio.

Condições de manejo inadequado das vacas no pré-parto induzem estresse nos animais, desencadeando efeitos biológicos que podem ser críticos durante o período de transição para alguns rebanhos (Drackley, 1999). As condições adotadas na propriedade onde realizou-se o experimento, conforme destacadas anteriormente, sem dúvida exerceram um efeito de minimização de estresse aos animais. Aliado a isso, a utilização de dieta com diferença cátion aniônica de -11mEq/kg de matéria seca e teores de Mg (0,41% MS) e de cálcio (0,9%) adequados, segundo o NRC (2001), favoreceram o controle da hipocalcemia pós-parto. A manutenção dos níveis normais de cálcio após o parto é dependente da absorção desse elemento da dieta e da sua reabsorção óssea e, em pequena quantidade, renal, associadas ao efeito do paratormônio

(PTH). Desta maneira, pode-se sugerir que as vacas ao parirem, apresentavam concentrações adequadas desse hormônio e condições ideais para o desempenho de sua função, como pH sanguíneo e concentração de magnésio. Goff e Horst (1997) observaram que a acidose metabólica compensada, induzida pela dieta com diferença cátion aniônica negativa no pré-parto, favoreceu a reabsorção de cálcio ósseo, enquanto dietas ricas em potássio e com balanço cátion aniônico positivo, suprimiram este processo. Além disso, concentrações séricas normais de magnésio são necessárias para promover a reabsorção de cálcio óssea, uma vez que ele participa da secreção do paratormônio pela paratireóide e também da responsividade dos tecidos a este hormônio (Oetzel e Goff, 1999; Goff, 2006).

TABELA 16 - Valores médios pós-parto (0, 2, 4, 6, 12 e 24 horas) do magnésio (Mg), fósforo (P) e cálcio (Ca) em vacas da raça Holandesa, pluríparas (G1) e primíparas (G2), com avaliação dos momentos de coleta entre e dentro de cada grupo

Minerais	Grupos	Momentos de coleta (horas pós-parto)						CV	p
		0h	2h	4h	6h	12h	24h		
<b>Mg (mg/dL)</b>	<b>G1</b>	3,3b	2,8a	2,8a	2,7a	2,8a	3,9bB	26,52	0,044
<b>Mg (mg/dL)</b>	<b>G2</b>	3,0	3,3	3,1	3,0	3,0	2,9A	22,92	0,940
	<b>CV</b>	30,90	25,78	22,01	21,14	20,45	24,95		
	<b>p</b>	0,600	0,31	0,34	0,40	0,48	0,04		
<b>P (mg/dL)</b>	<b>G1</b>	6,0a	5,3a	6,2a	5,4a	7,2b	7,8b	28,51	0,045
<b>P (mg/dL)</b>	<b>G2</b>	6,2a	6,3a	6,1a	6,6ab	8,5b	7,6ab	19,52	0,004
	<b>CV</b>	22,80	27,15	27,43	19,8	24	22,32		
	<b>p</b>	0,832	0,25	0,86	0,05	0,21	0,75		
<b>Ca (mg/dL)</b>	<b>G1</b>	12,6ab	10,0a	10,8ab	9,7a	11,6ab	14,1bB	23,29	0,016
<b>Ca (mg/dL)</b>	<b>G2</b>	11,1	11,3	11,2	11,6	11,8	10,5A	18,55	0,880
	<b>CV</b>	19,88	23,06	19,95	21,25	21,66	20,77		
	<b>p</b>	0,232	0,33	0,70	0,12	0,92	0,01		

Médias seguidas por letras distintas minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Diferença entre os grupos para as concentrações de Mg (TAB. 16), foi evidenciada somente às 24 horas pós-parto, momento no qual a concentração das pluríparas (G1), elevou-se e superou a das primíparas (GRAF. 8). Aumento do Mg no primeiro dia pós-parto não é um achado

comumente citado na literatura, já que o seu excesso é rapidamente excretado pelos rins, os quais desempenham importante papel na homeostasia deste mineral (Martens e Schweigel, 2000).

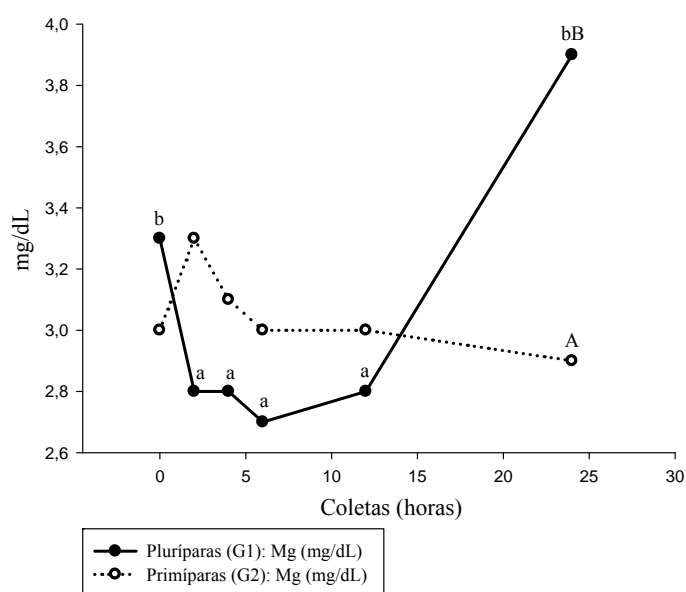


GRÁFICO 8 - Valores médios pós-parto (0, 2, 4, 6, 12 e 24 horas) de magnésio (Mg) em vacas da raça Holandesa, pluríparas (G1) e primíparas (G2), com avaliação dos momentos de coleta entre e dentro de cada grupo.

Em trabalho realizado por Souza Júnior (2008) com vacas pluríparas da raça Holandesa, houve discordância com os nossos resultados, tendo em vista que o autor não encontrou diferenças significativas na concentração de Mg entre 0 e 48 horas pós-parto, sendo que a maioria das médias encontradas situava-se abaixo de 2 mg/dL, ou seja, dentro de valores normais. Por outro lado, corroboramos os achados de outros autores tais como Wilson et al. (1977), que observaram elevação nas concentrações de magnésio ao parto e nas primeiras 48 horas após o mesmo, com decréscimo a partir de então; Marquardt et al. (1977), que relataram aumento do magnésio ao parto em vacas jovens, vacas velhas não paréticas e vacas velhas paréticas, além de Blum et al. (1972), os quais observaram que as concentrações deste mineral geralmente elevavam-se levemente, mas de forma significativa ao parto, persistindo por 24 a 48 horas depois.

Não existe nenhuma evidência substancial indicando que um único hormônio ou vitamina estejam diretamente ligados à homeostase ou metabolismo do Mg. Apesar disso, ele pode ser influenciado de forma indireta por hormônios reguladores de

cálcio, como calcitonina e paratormônio (PTH) (Littledike e Goff, 1987).

Geralmente, o Mg da dieta que é absorvido e não é requerido para manutenção e crescimentos teciduais, desenvolvimento fetal ou lactação, é excretado pelos rins. A maioria do Mg filtrado através dos glomérulos é reabsorvida pelo epitélio tubular renal, até que os níveis séricos alcancem uma concentração em que a taxa de filtração do glomérulo exceda a capacidade de reabsorção do Mg filtrado, ponto este considerado como limiar para a reabsorção deste elemento. Em bovinos, este limiar renal é excedido quando o Mg sérico fica acima de 1,8 mg/dL (Littledike e Goff, 1987). Entretanto, o PTH pode causar elevação da reabsorção tubular renal de Mg, por meio do aumento do seu limiar renal. Os rins excretam menos Mg, fato este que conduz ao aumento das suas concentrações séricas (Goff et al., 1989). Além disso, o hormônio estimula a reabsorção óssea, contribuindo desta forma, para a elevação na concentração deste mineral (Kerr, 2002).

Não houve diferença significativa do fósforo (TAB. 16) entre os grupos avaliados, apesar disso, suas concentrações médias encontravam-se acima do limite de

referência, o qual situa-se entre 5,6 e 6,5 mg/dL (Kaneko et al., 2008), às 12 e 24 horas pós-parto em ambos os grupos (GRAF. 9). Tais achados vão de encontro aos observados por outros autores, os quais citam que as vacas jovens (1ª e 2ª parições)

apresentaram concentração plasmática de fósforo mais alta que animais mais velhos (a partir da 3ª parição), do primeiro dia pré ao terceiro pós-parto (Marquardt et al., 1977).

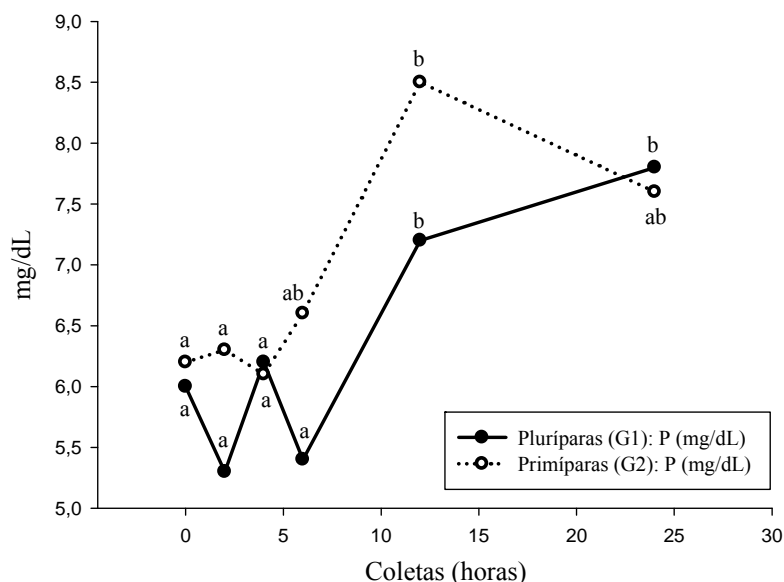


GRÁFICO 9 - Valores médios pós-parto (0, 2, 4, 6, 12 e 24 horas) de fósforo (P) em vacas da raça Holandesa, pluríparas (G1) e primíparas (G2), com avaliação dos momentos de coleta entre e dentro de cada grupo.

Os resultados diferem do que a literatura cita para as concentrações de fósforo em vacas leiteiras nas primeiras horas após o parto, a qual na maioria das vezes, encontra-se baixa neste momento. Wilson et al. (1977) observaram que a concentração de fósforo materno em bovinos, estava reduzida ao parto e permaneceu baixa até o sexto ou oitavo dia após o parto. Tal fato poderia ser decorrente do aumento da demanda deste mineral para a produção do colostro (Symonds et al., 1966) ou do aumento dos requerimentos fetais, já que foram encontradas concentrações mais elevadas nos neonatos que nas mães (Wilson et al., 1977).

Ao avaliar fósforo sérico nas primeiras 48 horas pós-parto, Souza Júnior (2008) observou estabilidade nas concentrações do mesmo ao longo dos tempos de coleta, porém as médias em todos os momentos também encontravam-se abaixo dos valores de referência, fato este, atribuído pelo autor

às demandas minerais do leite. A divergência em relação aos resultados aqui encontrados pode ser atribuída ao fornecimento de dieta pré-parto com níveis adequados de fósforo (0,35%) aos animais do presente experimento. Outra explicação para estas concentrações elevadas deste mineral seria o efeito do PTH, favorecido pela dieta pré-parto, o qual estimularia os rins a produzirem 1,25-dihidroxivitamina D, que por sua vez, aumentaria a eficiência da absorção intestinal de fósforo (Goff, 2006).

A concentração de cálcio (Ca) de ambos os grupos encontrava-se dentro ou mesmo acima do intervalo de referência para esta variável, o qual é de 8,5 a 10 mg/dL (Goff, 2004). Diferença entre os grupos foi evidenciada somente às 24 horas pós-parto, momento em que o cálcio sérico das pluríparas foi maior que o das primíparas, chegando a 14,1 mg/dL (GRAF. 10).



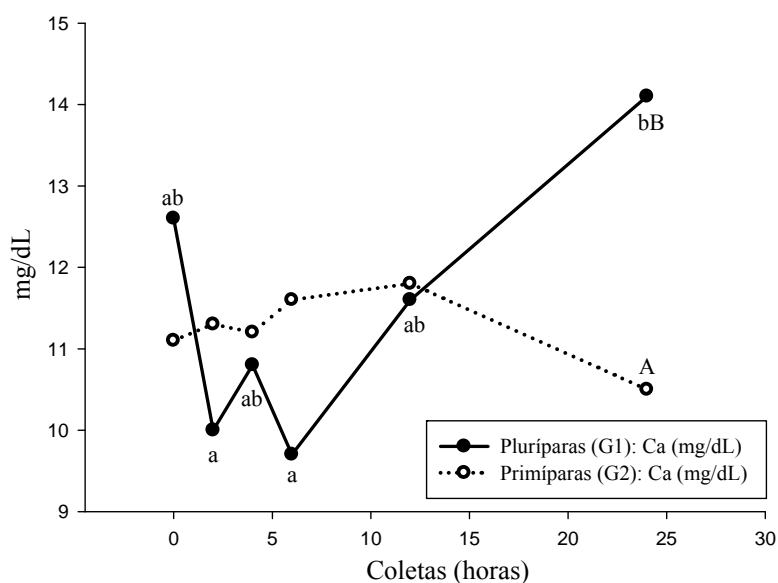


GRÁFICO 10 - Valores médios pós-parto (0, 2, 4, 6, 12 e 24 horas) de cálcio (Ca) em vacas da raça Holandesa, pluríparas (G1) e primíparas (G2), com avaliação dos momentos de coleta entre e dentro de cada grupo.

Diversos estudos sobre hipocalcemia indicam que vacas com maior número de partições teriam maior predisposição a desenvolverem a enfermidade. Este fato seria decorrente de uma produção inadequada de PTH (Ramberg et al., 1976), aumento das perdas de Ca e decréscimo da retenção do mineral nos tecidos ósseos, com o avançar da idade (Hansard et al., 1954; Goff et al., 1996). Não constatamos tal diferença entre os grupos avaliados, porém como as pluríparas eram animais entre segunda e quarta lactações, possivelmente não houve efeito tão acentuado da idade sobre o metabolismo do Ca, o qual fosse capaz de promover alterações, conforme observado pelos autores supracitados.

A maioria das vacas de com aptidão leiteira encontra-se com algum grau de deficiência de Ca, especialmente nos primeiros 10 dias de lactação (Ramberg et al., 1976) e muitas têm hipocalcemia subclínica durante este período. Nestes primeiros dias, os ossos e o intestino estão adaptando-se às elevadas demandas do mineral para a lactação (Goff et al., 1996). Os animais do presente trabalho, apresentaram um quadro diferente do que é comumente descrito pela literatura

para o cálcio no primeiro dia pós-parto, com concentrações normais para o elemento. Conforme anteriormente discutido, o cálcio elevado após o parto possivelmente decorre do sucesso do manejo nutricional utilizado na propriedade, visando a prevenção da hipocalcemia.

Em virtude de todos os 24 animais experimentais terem apresentado concentrações satisfatórias de Ca no primeiro dia pós-parto, foi possível constatar que o manejo nutricional da propriedade atingiu seus objetivos.

#### 4. CONCLUSÕES

Vacas eutócicas da raça Holandesa, imediatamente após o parto, apresentam valores referentes ao equilíbrio ácido-base, perfil metabólico e mineral, dentro dos intervalos de referência da literatura.

Vacas pluríparas da raça Holandesa apresentam quadro de alcalose hipoclorêmica às 24 horas pós-parto e

balanço energético negativo mais intenso do que as primíparas.

Há aumento da glicemia até quatro horas pós-parto e baixos valores de proteína plasmática total no primeiro dia após o parto em vacas da raça Holandesa.

As vacas primíparas apresentam maior estabilidade em relação ao comportamento do perfil de minerais e do balanço energético, do que as pluríparas, nas primeiras 24 horas pós-parto.

Ao final do primeiro dia pós-parto, constatou-se aumento da função hepática das vacas pluríparas.

# EXPERIMENTO II

## **Avaliação da fluidoterapia oral sobre o perfil hidroeletrólítico, ácido-base, metabólico e mineral de vacas da raça Holandesa no pós-parto**

### **1. JUSTIFICATIVA**

O periparto é considerado de extrema importância para a saúde e desempenho das vacas com aptidão leiteira, em decorrência das acentuadas mudanças que os animais enfrentam neste período (Tanaka et al., 2011). Tais alterações são de ordem metabólica, hormonal, fisiológica, comportamental e anatômica, visando a preparação para o parto e lactogênese, tendo como consequência a predisposição à ocorrência de diversos problemas clínicos que prejudicam a saúde do animal, além de comprometerem a eficiência produtiva da lactação, reduzir o desempenho reprodutivo e aumentar a taxa de descarte (Hayirli et al., 2002; Huzzey et al., 2007).

À medida que o parto aproxima-se a vaca tende a afastar-se dos demais animais do lote e iniciar mudanças de comportamento, tais como inquietação, ato de deitar-se e levantar-se com frequência, elevação da cauda, dentre outros. Somente o primeiro estágio do parto, o qual inicia-se com as alterações comportamentais e prolonga-se até que o córion alantóide entre no canal vaginal, pode durar de quatro a 24 horas. O próximo estágio, marcado pela continuidade das contrações uterinas e início das abdominais, encerra-se quando o feto é expelido, podendo variar de meia a três horas (Jackson, 2004). Durante este tempo, o animal pode permanecer com ingestão mínima ou mesmo sem ingerir água ou alimentos. Associa-se a este fato, o agravante de que a ingestão de alimentos e a própria ruminação, vêm reduzindo-se em duração e frequência, à medida que o dia do parto aproxima-se (Huzzey et al., 2007).

Associado ao quadro de reduzida ingestão de alimentos e água nas proximidades e no dia do parto, soma-se a elevada perda de líquidos, a qual pode chegar até 60L de fluido uterino durante o mesmo (Doreau et al., 1981 citado por Enemark et al., 2009). A vaca, logo em seguida, apresenta aumento gradual da produção de leite, além

de alterações hormonais intensas, principalmente aumento do estrógeno e cortisol. Considerando-se o estado fisiológico da vaca neste momento, a fluidoterapia nas primeiras horas pós-parto, com correção dos distúrbios hidroeletrólíticos, estado ácido-base e energético pode ser considerada uma estratégia para a diminuição dos efeitos citados acima, procurando manter a vaca mais apta a enfrentar os desafios deste momento com consequente diminuição das enfermidades relacionadas ao período de transição (Goff, 2008a).

São de extrema importância, pesquisas no intuito de melhorar possibilidades diagnósticas e de tratamento para as doenças do período de transição, tendo em vista o grande impacto econômico que as mesmas representam para a bovinocultura leiteira. A utilização da fluidoterapia oral no início do processo de desidratação, quando ainda existe uma boa perfusão intestinal, é uma alternativa de fácil aplicação e baixo custo, a qual irá influir positivamente na saúde do animal, corrigindo distúrbios já instalados e refletindo na produção e reprodução do mesmo (Roussel, 1999).

Conforme verificado na literatura revisada sobre o tema, constatamos que apesar de os fundamentos da fluidoterapia oral para bovinos estarem definidos, há um longo caminho a ser percorrido. Ainda existe uma carência de estudos específicos sobre o tema, em vacas com aptidão leiteira no pós-parto, e principalmente avaliações mais abrangentes, as quais abordem em um mesmo estudo, parâmetros hemogasométricos, perfil bioquímico e mineral. Desta maneira, o presente trabalho objetiva avaliar o efeito de uma solução hidroeletrólítica oral, utilizada de forma profilática em vacas da raça Holandesa, saudáveis, manejadas em sistema intensivo, sobre o perfil hidroeletrólítico, ácido-base, metabólico e mineral nas primeiras 24 horas após o parto.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 LOCAL E PERÍODO

O experimento foi executado em uma propriedade particular onde explora-se bovinocultura leiteira, localizada no município de Inhaúma, mesorregião metropolitana de Belo Horizonte, microrregião de Sete Lagoas, Estado de Minas Gerais, situada à 19°26' de latitude Sul e 44°29' de longitude Oeste. A altitude média da região situa-se em torno de 708 m acima do nível do mar e a temperatura anual média é de 20,9°C. O período experimental foi de 24 de julho a 17 de outubro de 2010.

### 2.2 MANEJO DA PROPRIEDADE

Os animais eram manejados em sistema intensivo de produção, permanecendo, durante o período de lactação, confinados em galpões do tipo *free-stall*. Em tais condições, eram mantidas cerca de 1.000 a

1.300 vacas em lactação, com produção total diária média de 30.000 litros de leite.

As vacas secas permaneciam em pequenos lotes, com aproximadamente 15 indivíduos cada, e eram transferidas para piquetes maternidade quando atingiam o 30º dia anterior à data prevista para o parto. Os piquetes eram bem localizados, sombreados e apresentavam boa cobertura vegetal com gramíneas do gênero *Cynodon* spp. Possuíam dimensões de 12x40 m, com lotação de oito a dez bovinos, o que representava uma área de aproximadamente cinco metros quadrados por animal.

A alimentação era à base de dieta total, fornecida uma vez ao dia, pela manhã, em cochos cobertos, pavimentados, com área linear de 70 cm por animal. A água era fornecida *ad libitum*.

A dieta do período pré-parto utilizada na propriedade, cuja diferença cátion-aniônica (DCAD) era de -11 mEq/kg de matéria seca (MS), possuía a seguinte composição:

TABELA 17 - Percentual de nutrientes utilizados na composição da dieta fornecida às vacas no pré-parto

Nutrientes	% MS da dieta
MS	35%
PB	14,0%
FDN	43,3%
CNF	30,2%
Ca	0,9 %
P	0,35%
Mg	0,41%
K	1,27%
Na	0,1%
Cl	0,62%
S	0,38%
Premix ADE	0,34%
Premix TTY2	0,15%

Premix ADE, composição por kg: Vitamina A: 39.000 UI; Vitamina D: 8.000UI; Vitamina E: 200 UI

Premix TTY2, composição por kg: Cobalto: 0,4ppm; Cobre: 30ppm; Ferro: 29ppm; Iodo: 0,7ppm; Manganês: 56ppm; Selênio: 0,46ppm; Zinco: 86ppm

As ordenhas eram realizadas duas vezes ao dia, às 05h e às 17h. Para obedecer a este manejo, as vacas recém paridas eram conduzidas pelo tratador por uma distância de cerca de 300 m, da maternidade até a plataforma de ordenha. Isto ocorria por volta de duas horas antes dos horários previstos para o início das mesmas. De acordo com o protocolo da propriedade, se o parto ocorresse a menos de duas horas do horário programado para a próxima

ordenha, a vaca entraria somente na ordenha que ocorreria 12 horas mais tarde. Desta forma, nenhum animal era ordenhado com menos de duas horas pós-parto, mas dependendo do horário do nascimento da cria, alguns foram ordenhados após duas horas da parição, enquanto outros, somente entre 13 e 14 horas mais tarde.

Os bezerros eram imediatamente separados das vacas, as quais não lhes era permitido

alimentarem suas crias. O fornecimento de colostro era realizado em duas etapas, com o uso do banco de colostro da fazenda. Todo o colostro, antes do processo de congelamento, era classificado de acordo com a densidade específica em: alta, média ou baixa qualidade, com a utilização do colostrômetro. Na primeira etapa, os animais recebiam de dois a quatro litros de colostro de alta qualidade em até duas horas após o nascimento. Em seguida, os mesmos eram alimentados com mais quatro litros de colostro de média qualidade, nas primeiras 12 horas de vida.

## 2.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

### 2.3.1 Animais e Desenho Experimental

Foram utilizadas 16 vacas pluríparas da raça Holandesa, recém-paridas e selecionadas ao acaso. Nenhuma delas apresentou distocia ou recebeu qualquer tipo de auxílio durante o parto.

Os animais foram divididos em dois grupos com oito indivíduos cada. O grupo tratado (G3) recebeu 30 litros de solução hidroeletrólítica por via oral, uma única vez, duas horas após o parto. A solução foi administrada com o auxílio de uma bomba manual para hidratação oral, composta por um tubo flexível de borracha (2 m) acoplado a uma sonda em metal inoxidável (85 cm) com ponta arredondada, e presa a uma formiga para contenção.

A fórmula da referida solução oral foi proposta em um fórum técnico de discussão, pelo professor da *Iowa State University (IA – USA)*, Jesse P. Goff. Um dos veterinários da propriedade, o qual participava deste fórum, optou por adotar a mesma e inseri-la no manejo de todas as vacas recém-paridas da propriedade. Os demais animais compuseram o grupo controle (G1). Os bovinos foram alocados de forma aleatória entre o grupo que recebeu e o que não recebeu hidratação oral.

TABELA 18 - Distribuição dos animais nos grupos experimentais

Grupos	Nº de animais	Ordem de Parição	Tratamento
G1	8	2ª - 4ª	Sem hidratação oral
G3	8	2ª - 4ª	Hidratação oral 2 horas após o parto

A solução oral fornecida aos animais era composta por uma mistura de 200 g de sulfato de magnésio heptahidratado ( $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ ), 100 g de cloreto de cálcio dihidratado ( $CaCl_2 \cdot 2H_2O$ ), 100 g de cloreto de potássio (KCl) e 300 mL de propilenoglicol, diluídos em 30 L de água,

conforme manejo adotado pela propriedade. As quantidades de cada componente da fórmula estão expressas na TAB. 19 e a osmolaridade calculada da solução foi de 269 mOsm/L, muito próxima da osmolaridade do rúmen, que é de 280 a 300 mOsm/L.

TABELA 19 - Fórmula da mistura para solução oral fornecida aos animais do grupo hidratado duas horas após o parto

Composição da mistura		
30 litros de água	-	-
200 g de $MgSO_4$	54,2 mEq/L de Mg	54,2 mEq/L de $SO_4$
100 g $CaCl_2$	45,4 mEq/L de Ca	22,7 mEq/L de Cl
100 g de KCl	44,7 mEq/L de K	44,7 mEq/L de Cl
300ml de Propilenoglicol	3,05 mOsm/L	
<b>Osmolaridade da solução</b>	<b>269 mOsm/L</b>	

Apesar da referida solução hidroeletrólítica ser utilizada na rotina da fazenda, sendo fornecida via sonda orogástrica a todas as

vacas recém-paridas, este procedimento não ocorria de maneira idêntica ao protocolo experimental, ou seja, às duas horas pós-

parto. A administração da solução dependia da hora do parto e por consequência, do momento em que os animais eram transferidos da maternidade para a plataforma de ordenha, oportunidade em que eram hidratados. O tempo médio do parto até a primeira ordenha no grupo controle (G1) foi de 10,5 horas e no grupo que recebeu o tratamento (G3), foi de 10,8 horas.

### 2.3.2 Coleta e Processamento das Amostras

Amostras de sangue para hemogasometria foram obtidas por punção da veia jugular externa, utilizando-se seringa estéril de 3 ml, sem anticoagulante, e agulha descartável calibre 25x7 mm. Para os testes bioquímicos e perfil mineral, outra amostra foi coletada, desta vez utilizando-se tubos à vácuo com anticoagulante (EDTA) e sem anticoagulante com gel separador, ambos do mesmo vaso sanguíneo.

As amostras para hemogasometria, foram processadas em analisador clínico portátil<sup>6</sup>, imediatamente após sua coleta, com a utilização de um cartucho Ec8+<sup>®7</sup>. Os tubos com gel separador foram mantidos em temperatura ambiente para facilitar a retração do coágulo e em seguida centrifugados por 10 minutos a 3.500 rpm. Os tubos com EDTA foram submetidos às mesmas condições de centrifugação. Alíquotas de soro e plasma, foram acondicionadas em tubos *ependorf* e congeladas em freezer a -20°C, para análises bioquímicas.

As coletas de sangue foram realizadas em seis momentos, durante um período de 24 horas, determinados a partir do parto dos animais experimentais, da seguinte maneira: parto, 2h, 4h, 6h, 12h e 24 horas pós-parto. A primeira coleta foi realizada dentro de aproximadamente 15 a 30 minutos após o parto. Nos animais do grupo hidratado (G3), a obtenção da amostra das duas horas pós-parto, era realizada imediatamente antes dos mesmos receberem a solução hidroeletrólítica oral. No momento das coletas avaliou-se a

temperatura retal, frequência cardíaca, respiratória e dinâmica rumenal de todos os animais.

Foram analisados os seguintes parâmetros: pH, pressão parcial de CO<sub>2</sub> (pCO<sub>2</sub>), CO<sub>2</sub> total (tCO<sub>2</sub>), íon carbonato (HCO<sub>3</sub>), desvio de bases (BE), janela aniônica (Agap) e concentrações de sódio, potássio, cloreto, glicose e nitrogênio uréico sanguíneo (BUN).

A osmolalidade foi calculada a partir da concentração plasmática de solutos normalmente mensurados. Sódio e potássio, assim como seus ânions associados, junto com a glicose e uréia, constituem a maioria dos solutos normais osmoticamente ativos. Desta forma, para o referido cálculo, a seguinte fórmula foi utilizada:  $1,86 ([Na^+] + [K^+]) + glicose/18 + BUN/2,8 + 8,6$  (Radostits et al., 2007).

O valor da diferença de íons fortes (DIF) foi calculado em função dos íons fortes mensurados. Os cátions fortes mais importantes no plasma, baseando-se nas suas concentrações, são o Na<sup>+</sup> e o K<sup>+</sup>, ao passo que o ânion forte mais prevalente é o Cl<sup>-</sup>. Portanto, a DIF mensurada pode ser definida, em sua forma mais simples, quando apenas estes três íons fortes são considerados. Desta forma, para o cálculo da DIF, foi usada a seguinte equação:  $[Na^+] + [K^+] - [Cl^-]$  (DiBartola, 2007).

A avaliação de proteína plasmática total foi realizada ainda na propriedade, logo após a centrifugação das amostras, com o auxílio de um refratômetro portátil de alta resolução.

As dosagens de aspartato-aminotransferase (AST), gama-glutamilttransferase (GGT), bilirrubina total, lactato desidrogenase (LDH), fosfatase alcalina (ALP), creatinina, ácidos graxos não esterificados (NEFA)<sup>8</sup>, β-hidroxiacetato (βHB)<sup>4</sup>, Ca<sup>++</sup>, Mg<sup>++</sup> e PO<sub>4</sub><sup>-</sup>, foram processadas em analisador automático<sup>9</sup>, utilizando-se reagentes bioquímicos comerciais<sup>10</sup>. Tais

<sup>6</sup> i-STAT<sup>®</sup>Co. – Abbott Laboratories - EUA

<sup>7</sup> i-STAT<sup>®</sup>Co. – Abbott Laboratories - EUA

<sup>8</sup> RANDOX Laboratories

<sup>9</sup> Cobas Mira Plus<sup>®</sup>

<sup>10</sup> Synermed<sup>®</sup>

análises foram realizadas no Laboratório de Patologia Clínica, da Escola de Medicina Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

## 2.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

O delineamento estatístico utilizado foi inteiramente casualizado, em parcelas subdivididas, onde os animais representaram as parcelas, e os momentos de coleta, as subparcelas. Os dados foram submetidos à análise de variância ao nível de 5% de probabilidade utilizando o software estatístico SISVAR 5.1 (Ferreira, 2011). Utilizou-se o teste de Tukey para comparação das médias.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1 Equilíbrio Eletrolítico e Ácido-base

Ao analisar-se o comportamento dos eletrólitos ao longo dos momentos de coleta (TAB. 20), constata-se que o grupo que recebeu a solução oral (G3) mostrou-se mais estável, apresentando diferença significativa ( $p < 0,05$ ) apenas para o  $K^+$ , o qual elevou-se às 24 horas pós-parto. Já no controle (G1), houve variação nas concentrações dos íons  $Cl^-$ ,  $HCO_3^-$  e na DIF, embora todos tenham permanecido dentro dos intervalos de referência. O cloreto reduziu-se significativamente às 24 horas pós-parto, sendo que esta alteração foi acompanhada de forma inversa pelo íon  $HCO_3^-$ , o qual teve suas concentrações aumentadas no mesmo momento. O comportamento destes eletrólitos pode ser explicado pela teoria dos íons fortes (Constable, 1999), onde  $Cl^-$  aumentado, por ser um ânion forte, desloca o  $HCO_3^-$ , reduzindo suas concentrações séricas. Desta forma, a diminuição do  $Cl^-$  é acompanhada por elevação do  $HCO_3^-$  sérico, gerando aumento na diferença de íons fortes (DIF), a qual pode ser evidenciada também às 24 horas pós-parto. É provável que o referido declínio da concentração de íons cloreto no grupo controle (G1) seja devido à drenagem deste eletrólito para a produção de leite, já que conforme manejo de ordenha da fazenda, os animais deste grupo foram

ordenhados com média de 10,5 horas após o parto.

Na comparação entre os grupos, a primeira diferença constatada foi em relação ao  $K^+$ , o qual já encontrava-se mais baixo ( $p < 0,05$ ) no grupo hidratado (G3) no momento do parto e depois às quatro horas pós-parto. A partir deste momento, as concentrações igualam-se para ambos. Alguns estudos sugerem que vacas com aptidão leiteira no início da lactação, estejam em balanço negativo de potássio, embora nem sempre o mesmo manifeste-se por meio de diminuição dos valores séricos (Silanikove et al., 1997). Tal redução pode ocorrer naquelas situações onde o animal não alimenta-se adequadamente, uma vez que a demanda deste mineral é alta pelo organismo e seus estoques corporais são baixos (NRC, 2001). Souza Júnior (2008) observou queda do potássio sérico a partir do segundo dia pós-parto, a qual foi associada ao aumento da demanda do mesmo para a produção do colostro e diminuição da ingestão de matéria seca, comum aos animais neste período.

O metabolismo do potássio nas vacas ainda é relativamente pouco estudado, já que a maioria das dietas para bovinos leiteiros fornece suprimentos mais que suficientes para o atendimento das suas demandas corpóreas. O potássio pode mover-se entre os fluidos intra e extracelulares, porém infelizmente este movimento nem sempre é muito previsível, devido aos diversos mecanismos envolvidos na sua regulação, tais como a influência da aldosterona e a sua subserviência em relação ao equilíbrio ácido-base (Goff, 2004; Goff, 2006). Desta forma, concentrações séricas normais de potássio, podem não indicar estoques intracelulares normais, da mesma maneira que concentrações séricas alteradas deste eletrólito, não necessariamente indicam estoques ou concentrações anormais de  $K^+$  intracelular (Goff, 2006). A solução fornecida aos animais continha 44,7 mEq/L de  $K^+$  e esperava-se que a mesma atuasse de forma a pelo menos manter as concentrações séricas deste eletrólito. Considerando-se tais particularidades e os resultados encontrados no presente trabalho, não conseguiu-se explicar as



concentrações de K<sup>+</sup> mais baixas, ao parto e às quatro horas pós-parto no grupo que

recebeu a hidratação oral.

TABELA 20 - Valores médios pós-parto (0, 2, 4, 6, 12 e 24 horas) de eletrólitos (Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>), osmolalidade (Osm) e diferença de íons fortes (DIF) em vacas da raça Holandesa, do grupo controle (G1) e do grupo hidratado 2 horas após o parto (G3), com avaliação dos momentos de coleta entre e dentro de cada grupo

Eletrólitos	Grupos	Momentos de coleta (horas pós-parto)						CV	p
		0h	2h	4h	6h	12h	24h		
Na <sup>+</sup> (mEq/L)	G1	141,8	142,0	142,9	143,1	142,4	141,9	0,99	0,296
Na <sup>+</sup> (mEq/L)	G3	143,1	142,6	142,5	141,9	142,1	142,6	1,20	0,758
CV		0,93	1,09	1,28	1,27	0,93	1,04		
p		0,056	0,44	0,69	0,19	0,71	0,33		
K <sup>+</sup> (mEq/L)	G1	4,2B	4,2	4,3B	4,2	4,2	4,3	8,51	0,967
K <sup>+</sup> (mEq/L)	G3	3,9abA	4,0abc	3,7aA	4,0abc	4,1bc	4,4c	6,06	< 0,001
CV		6,72	8,27	6,21	6,04	9,85	6,76		
p		0,016	0,39	< 0,001	0,18	0,68	0,74		
Cl <sup>-</sup> (mEq/L)	G1	105,3ab	106,4b	106,5b	106,0b	104,9ab	102,4aA	1,92	< 0,001
Cl <sup>-</sup> (mEq/L)	G3	106,6	105,9	103,5	103,9	106,0	106,1B	3,02	0,263
CV		2,41	2,53	2,92	2,85	2,16	2,22		
p		0,300	0,72	0,08	0,18	0,34	0,006		
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mEq/L)	G1	25,30a	23,59a	25,17aA	26,30a	26,41a	29,78bB	7,41	< 0,001
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mEq/L)	G3	23,94	25,14	26,75B	25,40	24,38	25,90A	10,90	0,376
CV		9,16	10,56	4,36	9,11	9,92	10,81		
p		0,247	0,25	0,01	0,46	0,13	0,02		
Osm (mOsm/kg)	G1	286,5	288,9	289,1	288,4B	287,5	285,2	1,03	0,084
Osm (mOsm/kg)	G3	287,9	288,7	285,7	284,2A	284,9	285,1	1,26	0,105
CV		1,13	1,23	1,29	1,08	1,05	1,12		
p		0,417	0,92	0,09	0,02	0,11	0,97		
DIF (mEq/L)	G1	40,7a	39,8a	40,7a	41,3ab	41,7ab	43,8bB	4,67	0,004
DIF (mEq/L)	G3	40,4	40,8	42,7	42,0	40,3	40,9A	6,49	0,378
CV		5,3	5,75	4,84	5,53	6,37	5,99		
p		0,732	0,41	0,06	0,55	0,28	0,04		

Médias seguidas por letras distintas minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

No grupo de vacas que recebeu fluidoterapia (G3), conforme descrito anteriormente, a concentração de íons cloreto além de ter permanecido constante no grupo durante o período avaliado, foi significativamente mais alta (p<0,05) que o controle (G1), às 24h após o parto, ou seja, 22h depois da administração da solução hidroeletrólítica. De maneira similar ao comportamento dentro do grupo, pode-se observar que o íon carbonato acompanhou de forma inversamente proporcional o cloreto na comparação entre os grupos, permanecendo mais alto no grupo tratado às

quatro horas pós-parto e mais baixo neste mesmo grupo, na última coleta (GRAF. 11 e 12). Esta variação mostra que houve um equilíbrio entre estes dois ânions, a qual pode ser explicada pela teoria dos íons fortes, considerando-se o princípio da eletroneutralidade (Constable, 1999). A maior concentração do íon Cl<sup>-</sup> no grupo tratado, reduziu o HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> sérico, fato este que gerou uma redução na diferença de íons fortes (DIF) para o referido grupo, a qual pode ser evidenciada na TAB. 20, também no último momento de coleta.

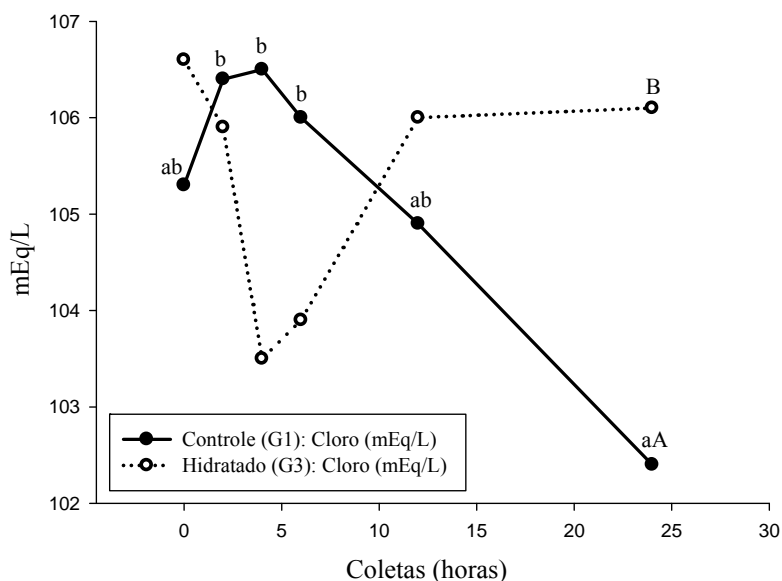


GRÁFICO 11 - Valores médios pós-parto (0, 2, 4, 6, 12 e 24 horas) do cloro em vacas da raça Holandesa, do grupo controle (G1) e do grupo hidratado 2 horas após o parto (G3), com avaliação dos momentos de coleta entre e dentro de cada grupo

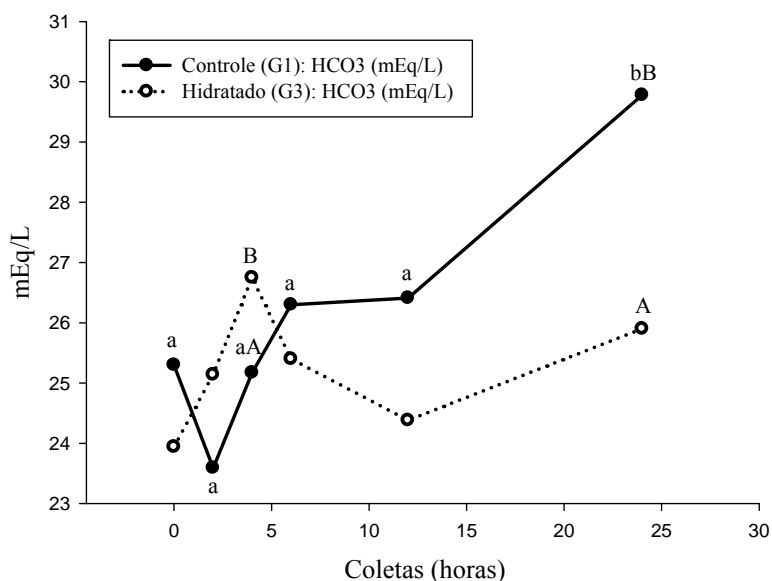


GRÁFICO 12 - Valores médios pós-parto (0, 2, 4, 6, 12 e 24 horas) do HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> em vacas da raça Holandesa, do grupo controle (G1) e do grupo hidratado 2 horas após o parto (G3), com avaliação dos momentos de coleta entre e dentro de cada grupo

Não constatou-se diferença significativa ( $p < 0,05$ ) ao longo dos momentos de coleta no grupo que recebeu o tratamento (G3), para os parâmetros que caracterizam o equilíbrio ácido-base (TAB. 21). No controle (G1) observou-se elevação do pH a partir de 12 horas após o parto, atingindo

valores máximos às 24 horas (7,47). Neste momento, seu valor médio estava acima do limite superior para esta variável, que é de 7,44 (Carlson e Bruss, 2008), indicando assim, que os animais que não receberam fluidoterapia pós-parto entraram em alcalose metabólica.

Os demais parâmetros que oscilaram no grupo controle (G1) são os que estão diretamente relacionados às oscilações no pH. O tCO<sub>2</sub>, que na prática equivale à concentração de íon carbonato (Constable, 1999), o HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> e o excesso de bases acompanharam o valor do pH, ou seja, aumentaram juntamente com ele, permanecendo mais elevados no último momento de coleta. Estas alterações estão de acordo com a equação de Henderson-Hasselbalch para descrever os distúrbios ácido-base do sangue. Segundo esta

abordagem, o pH é considerado dependente das concentrações de pCO<sub>2</sub> e HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, sendo a primeira, considerada componente respiratório e a segunda, o componente metabólico (DiBartola, 2007).

Pode-se verificar que o aumento gradativo do pH sanguíneo das vacas do grupo controle (G1) após o parto está relacionado com a diminuição das concentrações séricas de Cl<sup>-</sup> e conseqüente aumento do HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, de acordo com a teoria dos íons fortes (Constable, 1999).

TABELA 21 - Valores médios pós-parto (0, 2, 4, 6, 12 e 24 horas) do pH sanguíneo, pCO<sub>2</sub>, tCO<sub>2</sub>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, desvio de bases (EB), janela aniônica (Agap) e lactato (Lact) em vacas da raça Holandesa, do grupo controle (G1) e do grupo hidratado 2 horas após o parto (G3), com avaliação dos momentos de coleta entre e dentro de cada grupo

Equilíbrio ácido-base	Grupos	Momentos de coleta (horas pós-parto)						CV	p
		0h	2h	4h	6h	12h	24h		
pH	G1	7,411ab	7,400a	7,431abc	7,438abc	7,448bc	7,471cB	0,43	< 0,001
pH	G3	7,420	7,401	7,401	7,423	7,421	7,440A	0,54	0,394
CV		0,45	0,45	0,78	0,31	0,44	0,37		
p		0,605	0,941	0,317	0,21	0,129	0,039		
pCO <sub>2</sub> (mm/Hg)	G1	39,89	38,03	38,03	38,86	38,14	41,04	8,86	0,419
pCO <sub>2</sub> (mm/Hg)	G3	36,94	40,54	43,60	38,93	37,44	38,05	14,11	0,180
CV		8,99	11,21	17,08	9,66	10,11	11,06		
p		0,110	0,27	0,13	0,97	0,72	0,19		
tCO <sub>2</sub> (mEq/L)	G1	26,4a	24,8a	26,3aA	27,3a	27,5a	30,9bB	7,39	< 0,001
tCO <sub>2</sub> (mEq/L)	G3	25,0	26,4	28,4B	26,4	25,4	26,9A	10,59	0,336
CV		8,44	9,77	4,51	9,42	10,2	10,62		
p		0,226	0,21	0,005	0,5	0,138	0,02		
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mEq/L)	G1	25,30a	23,59a	25,17aA	26,30a	26,41a	29,78bB	7,41	< 0,001
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mEq/L)	G3	23,94	25,14	26,75B	25,40	24,38	25,90A	10,90	0,376
CV		9,16	10,56	4,36	9,11	9,92	10,81		
p		0,247	0,25	0,01	0,46	0,13	0,02		
EB (mEq/L)	G1	0,6ab	-1,3a	0,7ab	2,1b	2,4b	6,1cB	101,14	< 0,001
EB (mEq/L)	G3	-0,5	0,4	2,0	1,1	0,0	1,8A	369,94	0,475
CV		3916,27	-633,01	102,5	150,51	218,06	81,56		
p		0,374	0,26	0,07	0,43	0,09	0,02		
Agap (mEq/L)	G1	15,50	16,00	15,68	14,75	15,13	13,88	11,37	0,191
Agap (mEq/L)	G3	16,50	15,63	15,88	16,13	15,63	14,75	10,60	0,427
CV		9,74	9,54	10,77	12,53	9,95	13,25		
p		0,220	0,63	0,82	0,18	0,52	0,37		
Lact (mmol/L)	G1	1,64	1,26	0,81	1,01	1,09	1,58B	60,39	0,199
Lact (mmol/L)	G3	1,42	1,14	1,29	1,28	1,18	1,06A	45,82	0,827
CV		58,98	60,83	47,05	61,73	48,27	35,31		
p		0,639	0,74	0,07	0,46	0,76	0,04		

Médias seguidas por letras distintas minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

Houve diferença significativa (p<0,05) entre os grupos para o pH, 24 horas após o parto, com valor menor nos animais que

receberam o tratamento (TAB. 21). Tal redução também foi observada nas concentrações de HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, no desvio de

bases (EB) e  $t\text{CO}_2$ , no mesmo momento, nos animais deste grupo. A fluidoterapia oral fornecida ao grupo tratado mostrou-se eficiente em evitar elevação no pH, conforme observado no grupo controle (GRAF. 13). Segundo Roussel (1999) a alcalose metabólica é corrigida através de soluções que contenham ânions extracelulares em relativo excesso aos cátions. Apesar da solução utilizada no presente trabalho (121,6 mEq/L de ânions e

144,3 mEq/L de cátions) não apresentar o referido excesso de ânions citado por este autor, a hidratação das vacas no pós-parto, a partir da administração de 67,4 mEq/L de  $\text{Cl}^-$  foi eficiente em manter as concentrações deste eletrólito e, conseqüentemente, de acordo com a teoria dos íons fortes (Constable, 1999), contribuiu para a manutenção do pH dentro de valores normais no primeiro dia pós-parto.

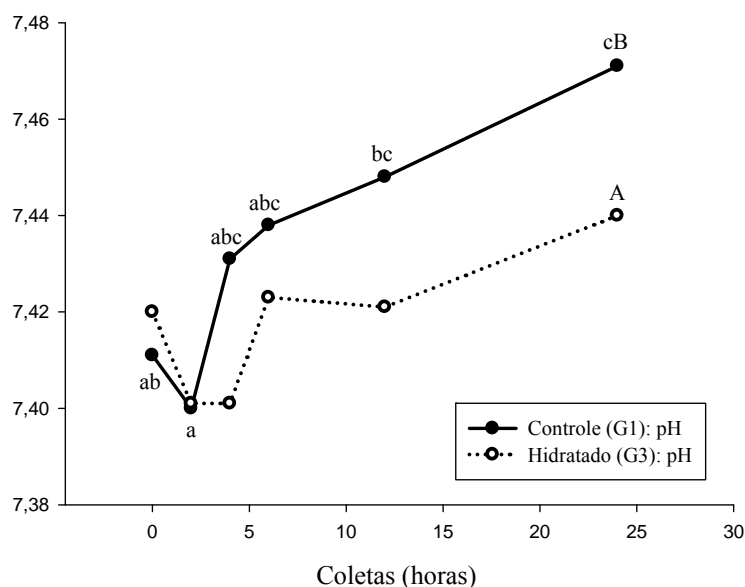


GRÁFICO 13 - Valores médios pós-parto (0, 2, 4, 6, 12 e 24 horas) do pH em vacas da raça Holandesa, do grupo controle (G1) e do grupo hidratado 2 horas após o parto (G3), com avaliação dos momentos de coleta entre e dentro de cada grupo

O lactato foi mais baixo no grupo hidratado (G3), às 24 horas após o parto (GRAF. 14). Apesar das concentrações do lactato em ambos os grupos neste momento, encontrarem-se dentro do intervalo de referência para bovinos, o qual situa-se entre 0,56 e 2,22 mmol/L (Kaneko et al., 2008), menor valor ( $p < 0,05$ ) no grupo

hidratado, sugere maior perfusão renal, já que a excreção e cerca de 20% a 30% da metabolização do mesmo (Madias, 1986 citado por Allen e Holm, 2008), são realizadas pelos rins. Desta forma, verificasse que a fluidoterapia oral mostrou-se capaz de melhorar a perfusão renal.

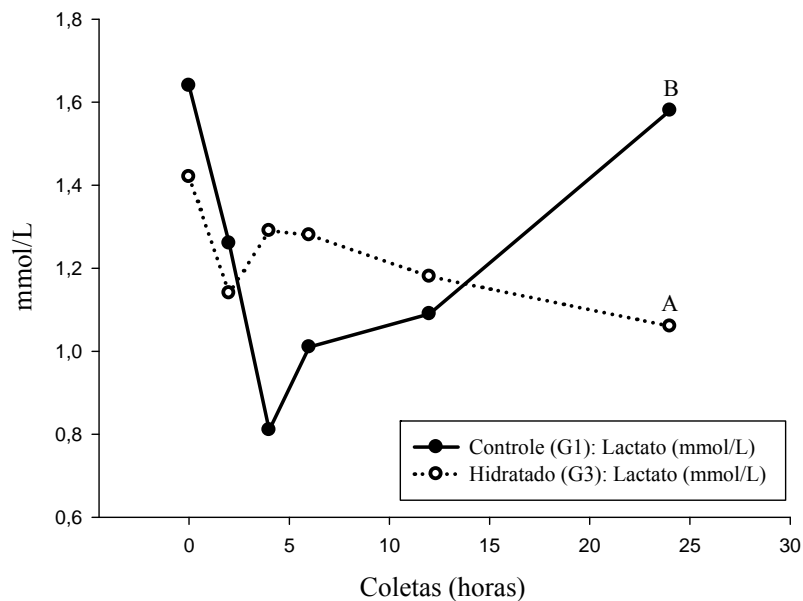


GRÁFICO 14 - Valores médios pós-parto (0, 2, 4, 6, 12 e 24 horas) do lactato em vacas da raça Holandesa, do grupo controle (G1) e do grupo hidratado 2 horas após o parto (G3), com avaliação dos momentos de coleta entre e dentro de cada grupo

### 3.2 Parâmetros Hematimétricos e Bioquímicos

Não foram observadas diferenças significativas para as variáveis hematócrito, nitrogênio uréico sanguíneo e proteína plasmática total (PPT), nem no comportamento dentro dos grupos ou na comparação entre eles. Desta maneira pode-se afirmar que o tratamento utilizado, não exerceu influência sobre estas variáveis dentro das primeiras 24 horas pós-parto (TAB. 22).

Apesar de não terem sido constatadas diferenças significativas para PPT, em

ambos os grupos, suas concentrações encontravam-se abaixo do intervalo de referência, que vai de 6,8 a 8,6 g/dL (Smith, 2006). Estes resultados estão de acordo com o de outros autores, os quais relacionaram a abrupta diminuição na concentração de proteínas totais no periparto, à transferência de globulinas para a formação do colostro na glândula mamária (Moraes et al., 1997; Nath et al., 2005; Saut, 2008). Moraes et al. (1997) verificaram queda na concentração sérica de imunoglobulinas em vacas da raça Holandesa, entre 14 dias antes, até sete dias pós-parto.

TABELA 22 - Valores médios pós-parto (0, 2, 4, 6, 12 e 24 horas) do hematócrito (Ht), nitrogênio uréico sanguíneo (BUN) e proteína plasmática total (PPT) em vacas da raça Holandesa, do grupo controle (G1) e do grupo hidratado 2 horas após o parto (G3), com avaliação dos momentos de coleta entre e dentro de cada grupo

Parâmetros Hematimétricos	Grupos	Momentos de coleta (horas pós-parto)						CV	p
		0h	2h	4h	6h	12h	24h		
Ht (%)	G1	24	25	25	25	24	23	12,89	0,899
Ht (%)	G3	26	27	27	26	24	24	12,66	0,243
CV		12,42	11,7	11,72	11,04	12,22	17,16		
p		0,350	0,20	0,18	0,48	0,74	0,59		
BUN (mg/dL)	G1	12,9	13,8	14,4	14,9	16,4	12,9	45,07	0,880
BUN (mg/dL)	G3	9,3	10,0	9,6	10,3	10,8	8,5	30,11	0,711
CV		40,88	39,34	42,47	40,72	40,93	45,07		
p		0,131	0,13	0,08	0,09	0,06	0,09		

<b>PPT (g/dL)</b>	<b>G1</b>	6,59	6,42	6,50	6,56	6,45	6,39	11,60	0,994
<b>PPT (g/dL)</b>	<b>G3</b>	6,50	6,53	6,45	6,48	6,33	6,48	10,59	0,994
<b>CV</b>		11,46	10,16	11,2	9,42	15,09	8,15		
<b>p</b>		0,819	0,75	0,89	0,78	0,80	0,74		

Médias seguidas por letras distintas minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Embora não tenha havido diferença ( $p < 0,05$ ) no hematócrito, seus valores nos dois grupos encontravam-se próximos ao limite inferior do intervalo de referência desta variável para bovinos, o qual situa-se entre 24% e 46% (Radostits et al., 2007). Apesar da pequena quantidade de trabalhos científicos sobre o tema até o momento, especialmente na espécie bovina, alguns autores relatam efeito da gestação, promovendo redução no número de hemácias, mais acentuado nas proximidades do parto (Morris, 1944). A origem desta “anemia fisiológica” nos ruminantes é considerada controversa, pois diferentemente da espécie humana, onde na fase final da gestação ocorre uma hipervolemia, devido a um aumento de cerca de 40% no volume de sangue circulante (Burwell e Metcalfe, 1958 citado por Viana et al., 2003), em bovinos e caprinos há relatos de que a mesma possa chegar a 20% (Strauss, 1934) e 11% respectivamente, nos últimos meses de gestação, levando a redução no hematócrito neste período (Hoversland et al., 1974).

A concentração de BUN (TAB. 22) encontrava-se dentro dos intervalos de referência da literatura, que cita como

normais, valores entre 6 e 27 mg/dL (Radostits et al., 2007) para esta variável. Baixas concentrações de PPT com BUN normal, reafirmam, conforme discutido anteriormente, que houve redução da fração das imunoglobulinas da proteína plasmática total, as quais foram direcionadas para a composição do colostro. Caso tivesse havido elevação nos valores de ambos, poderia ser sugestivo de desidratação, já que os mesmos também são importantes parâmetros para avaliação deste sinal clínico.

Considerando-se os resultados do perfil energético, apenas o valor dos ácidos graxos não esterificados (NEFA), não se alterou ao longo dos momentos de coleta (TAB. 23). Em relação à glicose, constatou-se que os grupos se comportaram de maneira semelhante, independente do tratamento. Sua concentração sanguínea encontrava-se bastante elevada em ambos, até quatro horas depois do parto, para em seguida haver uma redução gradual, até a completa estabilização dentro do intervalo de referência, que vai de 45 a 75 mg/dL (Radostits et al., 2007), por volta de 24 horas após o parto (GRAF. 15).

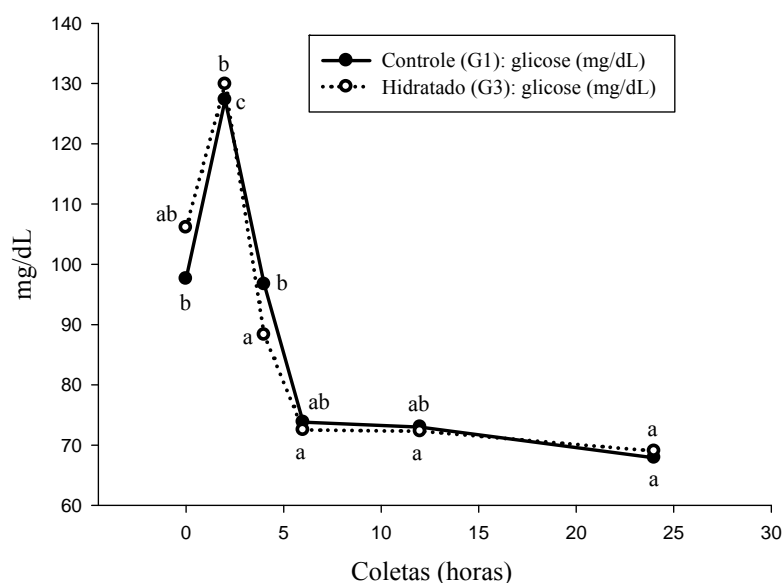


GRÁFICO 15 - Valores médios pós-parto (0, 2, 4, 6, 12 e 24 horas) da glicose em vacas da raça Holandesa, do grupo controle (G1) e do grupo hidratado 2 horas após o parto (G3), com avaliação dos momentos de coleta entre e dentro de cada grupo

Os hormônios glicocorticóides são importantes mediadores do metabolismo intermediário e um dos seus efeitos marcantes é o estímulo da gliconeogênese hepática, a qual envolve a conversão de aminoácidos em carboidratos. O resultado final é um aumento do glicogênio hepático e uma tendência de aumentar os níveis de glicose sanguínea (Cunningham, 2004). O cortisol, principal glicocorticóide dos bovinos, normalmente atinge seu pico de concentração no dia do parto (Tucker, 2000). Estas particularidades metabólicas e hormonais do periparto, as quais visam preparar a vaca para o início do processo de

lactogênese, são responsáveis pelo aumento fisiológico da glicose nas primeiras horas pós-parto (de Boer et al., 1985).

Tais achados corroboram trabalhos de outros autores, os quais afirmam que a glicose aumenta acentuadamente ao parto e decresce imediatamente após o mesmo, devido principalmente a alterações metabólicas e hormonais às quais as vacas com aptidão leiteira são submetidas durante este período (Kunz et al. 1985; Vazquez-Añon, 1994).

TABELA 23 - Valores médios pós-parto (0, 2, 4, 6, 12 e 24 horas) da glicose (Glu), dos ácidos graxos não esterificados (NEFA) e  $\beta$ -hidroxibutirato ( $\beta$ HB) em vacas da raça Holandesa, do grupo controle (G1) e do grupo hidratado 2 horas após o parto (G3), com avaliação dos momentos de coleta entre e dentro de cada grupo

Perfil Energético	Grupos	Momentos de coleta (horas pós-parto)						CV	p
		0h	2h	4h	6h	12h	24h		
Glu (mg/dL)	G1	97,6 <sup>b</sup>	127,3 <sup>c</sup>	96,7 <sup>b</sup>	73,8 <sup>ab</sup>	73,0 <sup>ab</sup>	67,9 <sup>a</sup>	18,98	< 0,001
Glu (mg/dL)	G3	106,1 <sup>ab</sup>	129,9 <sup>b</sup>	88,3 <sup>a</sup>	72,5 <sup>a</sup>	72,3 <sup>a</sup>	69,0 <sup>a</sup>	28,30	< 0,001
CV		32,38	25,91	17,05	10,78	21,59	9,38		
p		0,614	0,877	0,303	0,756	0,925	0,731		
NEFA (mmol/L)	G1	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	64,66	0,691
NEFA (mmol/L)	G3	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	55,48	0,800
CV		58,93	51,17	57,29	56,23	60,8	74,75		
p		0,599	0,998	0,756	0,788	0,881	0,594		

<b>βHB (mmol/L)</b>	<b>G1</b>	0,794ab	0,626a	0,585aB	0,631a	0,672a	1,067bB	32,84	0,002
<b>βHB (mmol/L)</b>	<b>G3</b>	0,689ab	0,603ab	0,343aA	0,458ab	0,622ab	0,703bA	40,94	0,023
<b>CV</b>		39,03	27,29	38,21	36,66	41,22	31,83		
<b>p</b>		0,486	0,77	0,016	0,10	0,72	0,02		

Médias seguidas por letras distintas minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

A concentração de ácidos graxos não esterificados (NEFA) em ambos os grupos foi idêntica e considerada normal para vacas em lactação. Em todos os momentos a média foi de 0,3 mmol/L, ou seja, abaixo dos 0,7 mmol/L que a literatura cita como concentração adequada para animais no pós-parto imediato (Whitaker, 2004). Apesar de o NEFA ser excelente indicador do metabolismo energético em ruminantes, deve-se ressaltar que existe elevada variação neste metabólito ao longo do dia, em decorrência da ingestão de alimentos e condições ambientais alheias ao balanço de energia, como é o caso do estresse (Drackley, 2000). Desta forma, é importante que a interpretação dos seus valores seja feita em conjunto com outras variáveis, como o βHB e escore corporal (Wittwer, 2000). Devido ao fato de as coletas de sangue terem se iniciado ao parto, não houve meio de se avaliar o comportamento do NEFA no pré-parto. Apesar disso e considerando-se os resultados do βHB, pode-se inferir que a elevação no NEFA nos animais tenha ocorrido antes do parto.

Ao se avaliar o comportamento da concentração de βHB ao longo dos momentos de coleta (TAB. 23), constata-se

que os animais dos dois grupos apresentaram cetose subclínica, caracterizada pelo aumento das concentrações de βHB ao final do primeiro dia pós-parto, com efeito mais intenso no grupo controle (G1).

Na comparação entre os grupos, o βHB encontrava-se significativamente mais alto ( $p < 0,05$ ) no grupo controle (G1) às quatro e às 24 horas pós-parto (GRAF. 16). Enemark et al. (2009) obtiveram resultados semelhantes sobre o balanço energético negativo de vacas com aptidão leiteira submetidas à fluidoterapia oral pós-parto, expressado por redução nas concentrações de βHB, enquanto que o efeito sobre o NEFA, também foi menos pronunciado. Estes autores forneceram aos animais 20 L de água por via oral, contendo uma mistura de propionato de cálcio,  $MgSO_4$  e KCl. Stokes e Goff (2001) também relataram efeitos da fluidoterapia oral pós-parto e 24 horas depois, sobre o balanço energético negativo, com solução contendo 9,5 L de água mais 310 g de propilenoglicol, observando redução nas concentrações de NEFA e redução da incidência de cetose subclínica, com concentrações de βHB menores que 1 mmol/L.



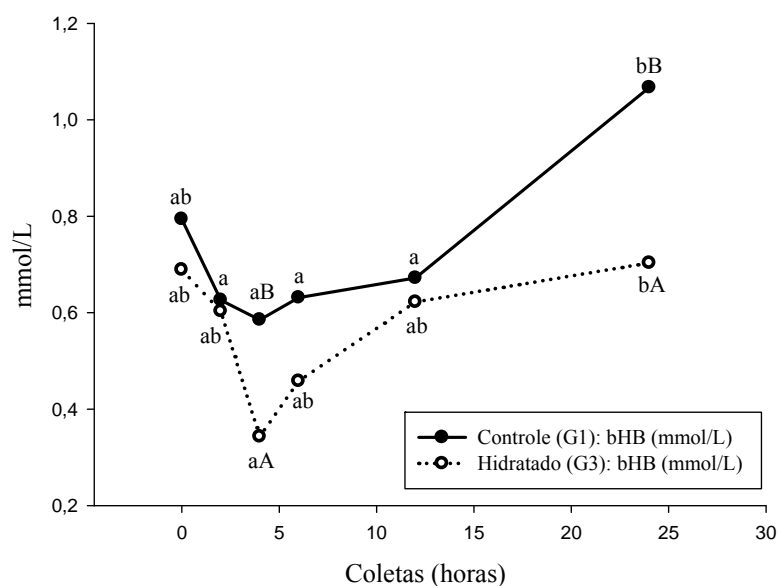


GRÁFICO 16 - Valores médios pós-parto (0, 2, 4, 6, 12 e 24 horas) do  $\beta$ -hidroxibutirato em vacas da raça Holandesa, do grupo controle (G1) e do grupo hidratado 2 horas após o parto (G3), com avaliação dos momentos de coleta entre e dentro de cada grupo

Diversos estudos têm comprovado os efeitos benéficos da utilização do propilenoglicol para vacas com aptidão leiteira no periparto, com o intuito de minimizar o balanço energético negativo durante esta fase. No presente trabalho, observou-se redução nas concentrações de  $\beta$ HB no grupo tratado, o qual recebeu solução hidroeletrólítica oral contendo propilenoglicol. Nossos dados corroboram resultados de outros autores, que verificaram elevação da glicose e insulina e decréscimo nas concentrações de NEFA e  $\beta$ HB sanguíneos em animais que receberam propilenoglicol por via oral (Studer et al., 1993; Grummer et al. 1994; Pickett et al., 2003; Kristensen e Raun, 2007). Os animais do grupo tratado receberam 300 mL de propilenoglicol, quantidade que mostrou ser efetiva em minimizar as concentrações de  $\beta$ HB. Grummer et al. (1994) testaram soluções orais em novilhas contendo diferentes doses de propilenoglicol: 296 mL, 592 mL e 887 mL e concluíram que a dose de 296 mL foi tão efetiva quanto a dose mais alta. Nossos resultados corroboram os destes autores e são importantes para a minimização dos custos da fluidoterapia oral, pois indicam que é

possível obter os mesmos benefícios do propilenoglicol, com doses menores.

Além de diminuir o  $\beta$ HB (Studer et al., 1993; Grummer et al. 1994; Pickett et al., 2003; Kristensen e Raun, 2007), o propilenoglicol também reduziu as concentrações de acetoacetato no plasma sanguíneo (Sauer et al. 1973) e cetonas no leite (Girschewski, 1977 citado por Nielsen e Ingvarsten, 2004). A redução das concentrações de  $\beta$ HB, observadas no presente estudo, reafirma as propriedades anticetogênicas do propilenoglicol.

Não foram constatadas diferenças ( $p < 0,05$ ) na atividade das enzimas indicadoras do metabolismo hepático estudadas neste trabalho (AST, GGT, ALP e LDH) em relação à avaliação dos momentos de coleta dentro de cada grupo (TAB. 24). Já na comparação entre os tratamentos, evidenciaram-se importantes alterações, especialmente no grupo de vacas que não recebeu fluidoterapia pós-parto (G1). A aspartato-aminotransferase (AST) diferiu entre os grupos, sendo maior ( $p < 0,05$ ) no controle (G1) às 24 horas pós-parto (GRAF. 17). Apesar de a AST não ser hepato-específica para ruminantes é a enzima de

escolha para detecção de lesão dos hepatócitos nestas espécies. Isto decorre da maior disponibilidade de reagentes comerciais para a mesma e também pela possibilidade de ser interpretada em

conjunto com outras variáveis, com o intuito de descartar possíveis lesões musculares e/ou confirmar lesão hepática (Thrall et al., 2012).

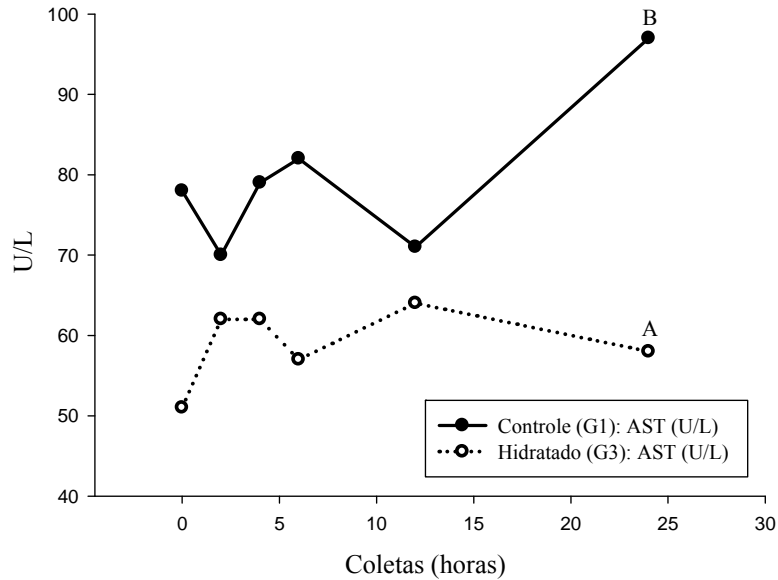


GRÁFICO 17 - Valores médios pós-parto (0, 2, 4, 6, 12 e 24 horas) da atividade da AST em vacas da raça Holandesa, do grupo controle (G1) e do grupo hidratado 2 horas após o parto (G3), com avaliação dos momentos de coleta entre e dentro de cada grupo

O aumento da atividade da AST descrito acima coincide com a concentração significativamente mais alta de  $\beta$ HB (TAB. 23) no grupo controle (G1), no mesmo momento de coleta. Por causa do balanço energético negativo a que os animais são submetidos neste período, os lipídeos são utilizados como fonte primária de energia, gerando acúmulo de corpos cetônicos na circulação sanguínea, representados pelo aumento do  $\beta$ HB (Drackley et al., 1991).

Associado a este quadro, pode-se observar que a gama-glutamyltransferase (GGT), embora estatisticamente igual ao grupo hidratado (G3), está acima dos seus valores de referência, que vão de 15 a 39 U/L (Smith, 2006), também às 24 horas após o parto no grupo controle (GRAF. 18). A elevação da atividade sérica da GGT é um dos indicadores mais confiáveis de lesão hepática e obstrução biliar em grandes animais (Smith, 2006).

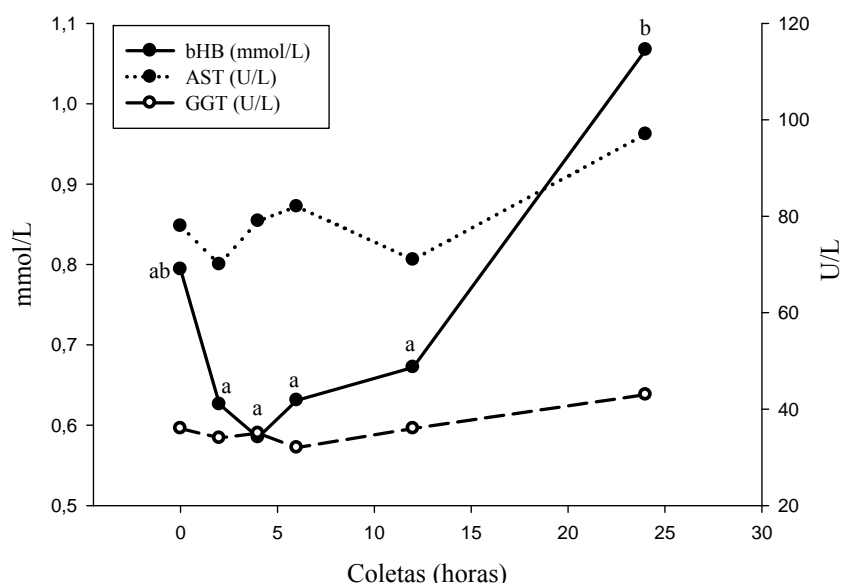


GRÁFICO 18 - Valores médios pós-parto (0, 2, 4, 6, 12 e 24 horas) de  $\beta$ HB, AST e GGT em vacas da raça Holandesa, do grupo controle (G1) nas primeiras 24 horas pós-parto

Os achados supracitados sugerem o início de sobrecarga da atividade hepática (Thrall et al., 2012), possivelmente pelo aumento da mobilização lipídica nos animais do grupo controle (G1). Após a mobilização de NEFA a partir do tecido adiposo, em decorrência do balanço energético negativo, os mesmos são absorvidos pelo fígado e podem sofrer esterificação, resultando na formação de triglicerídeos e predispondo a desenvolvimento de fígado gordo. Se ao invés de serem esterificados, sofrerem oxidação, originarão corpos cetônicos, os

quais podem levar o animal a desenvolver cetose. Dentre os corpos cetônicos passíveis de avaliação, o  $\beta$ HB é preferível em relação ao acetoacetato ou acetona, devido à sua maior estabilidade na amostra (Herdt e Gerloff, 2009). No grupo que recebeu fluidoterapia pós-parto (G3), a atividade da AST e GGT foi normal, bem como a concentração de  $\beta$ HB, fato este que evidencia o benefício do tratamento, no que tange à minimização dos efeitos do balanço energético negativo e mobilização de tecido adiposo.

TABELA 24 - Valores médios pós-parto (0, 2, 4, 6, 12 e 24 horas) das enzimas aspartato-aminotransferase (AST), gama-glutamilttransferase (GGT), fosfatase alcalina (ALP) e lactato desidrogenase (LDH) em vacas da raça Holandesa, do grupo controle (G1) e do grupo hidratado 2 horas após o parto (G3), com avaliação dos momentos de coleta entre e dentro de cada grupo

Enzimas	Grupos	Momentos de coleta (horas pós-parto)						CV	p
		0h	2h	4h	6h	12h	24h		
AST (U/L)	G1	78	70	79	82	71	97B	40,52	0,604
AST (U/L)	G3	51	62	62	57	64	58A	28,00	0,677
	CV	43,58	38,2	27,07	37,76	36,97	36,94		
	p	0,076	0,55	0,11	0,08	0,57	0,018		
GGT (U/L)	G1	36	34	35	32	36	43	37,59	0,729
GGT (U/L)	G3	32	29	29	31	26	29	43,50	0,958
	CV	39,24	43,53	44,28	33,13	37,67	41,79		
	p	0,558	0,45	0,38	0,93	0,13	0,09		
ALP (U/L)	G1	101	96	96	90	104	102	36,38	0,972
ALP (U/L)	G3	126	92	97	94	85	83	43,47	0,378
	CV	52,92	33,4	36	29,83	37,7	38,42		
	p	0,415	0,84	0,93	0,79	0,29	0,29		

<b>LDH (U/L)</b>	<b>G1</b>	1241,18B	1045,24B	1148,73B	1278,42	1175,59	1511,43B	45,00	0,663
<b>LDH (U/L)</b>	<b>G3</b>	653,69A	636,93A	693,70A	714,81	816,97	821,86A	27,90	0,304
	<b>CV</b>	35,64	42,11	34,82	55,86	42,94	39,38		
	<b>p</b>	0,004	0,04	0,01	0,062	0,116	0,01		

Médias seguidas por letras distintas minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

A atividade da fosfatase alcalina (ALP) manteve-se dentro do normal e não diferiu entre os grupos ( $p < 0,05$ ). A ALP é utilizada na maioria das espécies como marcador de obstruções intra ou extra-hepáticas do sistema biliar (Smith, 2006), quadro este que não foi evidenciado no presente estudo.

A atividade da lactato desidrogenase (LDH) não variou ( $p < 0,05$ ) seu comportamento ao longo dos momentos de coleta dentro de cada grupo, porém entre eles, foi mais elevada ( $p < 0,05$ ) no grupo controle (G1) ao parto, duas, quatro e 24 horas pós-parto, sendo que neste último momento, foi a única vez em que a mesma ficou acima do intervalo de referência para esta variável, o qual situa-se entre 692 e 1445 U/L (Kaneko et al., 2008) (GRAF. 19). A LDH é encontrada em concentrações relativamente altas em diversos órgãos e tecidos corpóreos, desde coração, fígado, músculos e rins, passando por eritrócitos e leucócitos. Tal característica, implica em uma redução

do seu uso como ferramenta diagnóstica, já que seus limites de sensibilidade e especificidade, são reduzidos. Apesar desta característica, elevação na atividade enzimática sérica da LDH, deverá ser avaliada com relação a outras enzimas que sejam mais específicas para determinados órgãos (Smith, 2006; Kaneko et al., 2008). Assim, nos nossos resultados, o aumento da LDH observado no grupo controle (G1), acima do intervalo de referência, coincidiu com elevação significativa do  $\beta$ Hb e AST, além da GGT, também fora dos valores normais, no mesmo momento de coleta, ou seja, às 24 horas pós-parto. A interpretação da elevação da LDH associada ao perfil energético e a outras enzimas mais específicas para avaliação da função do fígado, reforça o fato de que a fluidoterapia oral pós-parto contendo propilenoglicol, precursor de glicose, foi capaz de diminuir o balanço energético negativo e seus efeitos sobre a função hepática.

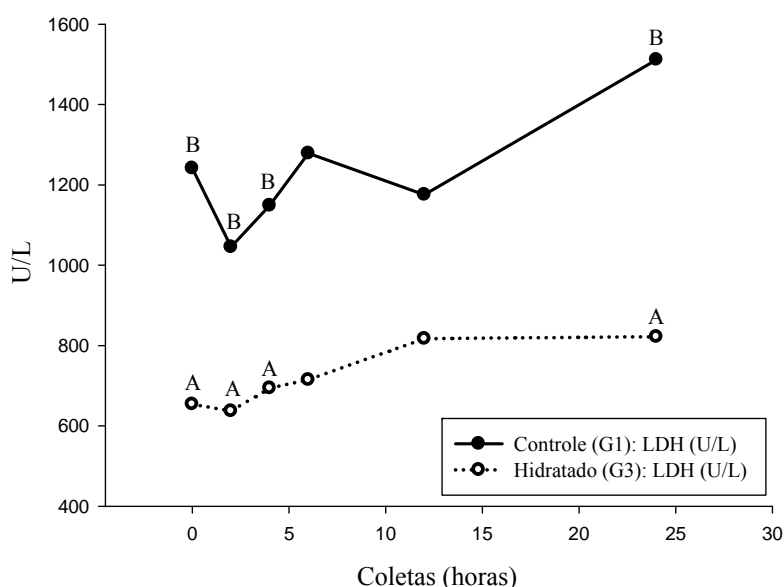


GRÁFICO 19 - Valores médios pós-parto (0, 2, 4, 6, 12 e 24 horas) da atividade da LDH em vacas da raça Holandesa, do grupo controle (G1) e do grupo hidratado 2 horas após o parto (G3), com avaliação dos momentos de coleta entre e dentro de cada grupo

Não houve diferença ( $p < 0,05$ ) no comportamento da uréia, creatinina e bilirrubina total ao longo dos momentos avaliados nas primeiras 24 horas pós-parto

dentro de cada grupo (TAB. 25). Na comparação entre os grupos, tampouco constatou-se diferença ( $p < 0,05$ ) em relação à bilirrubina total.

TABELA 25 - Valores médios pós-parto (0, 2, 4, 6, 12 e 24 horas) da uréia (URE), creatinina (CREAT) e bilirrubina total (BiIT) em vacas da raça Holandesa, do grupo controle (G1) e do grupo hidratado 2 horas após o parto (G3), com avaliação dos momentos de coleta entre e dentro de cada grupo

Parâmetros Bioquímicos	Grupos	Momentos de coleta (horas pós-parto)						CV	p
		0h	2h	4h	6h	12h	24h		
URE (mg/dL)	G1	47B	41	44B	41	48	58B	39,70	0,493
URE (mg/dL)	G3	31A	32	29A	31	35	29A	28,93	0,767
CV		32,45	25,31	30,79	27,64	27,91	58,92		
p		0,029	0,07	0,02	0,06	0,05	0,05		
CREAT (mg/dL)	G1	1,3	1,1	1,1	1,2	1,3	1,8B	38,62	0,121
CREAT (mg/dL)	G3	1,1	1,1	1,0	1,0	1,0	0,9A	29,74	0,454
CV		20,06	24,8	35,94	36,43	41,47	46,41		
p		0,107	0,10	0,57	0,27	0,26	0,01		
BiIT (mg/dL)	G1	0,66	0,70	0,54	0,57	0,55	0,64	56,47	0,914
BiIT (mg/dL)	G3	0,53	0,56	0,42	0,48	0,63	0,49	49,09	0,671
CV		46,04	67,18	63,99	28,39	46,59	56,55		
p		0,365	0,51	0,44	0,22	0,56	0,38		

Médias seguidas por letras distintas minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

A fluidoterapia oral foi capaz de manter a volemia e a perfusão renal nos animais do grupo tratado (G3), conforme demonstrado pelos valores mais baixos de uréia, creatinina (GRAF. 20 e 21) e lactato (TAB. 21). Tal efeito foi melhor evidenciado às 24 horas pós-parto, ou seja, 22 horas depois da administração da solução oral (TAB. 25). É importante destacar que não houve aumento da proteína plasmática total e hematócrito neste mesmo momento (TAB. 22), outros indicadores de desidratação. Apesar disso,

considerando-se que a urina é a principal via de excreção da uréia e creatinina (Kerr, 2002; Thrall et al., 2012) e o rins são o segundo órgão mais importante na extração do lactato circulante (Yudkin e Cohen, 1975), estes compostos são indicadores da perfusão renal e conseqüentemente do estado de hidratação dos animais (Thrall et al., 2012).

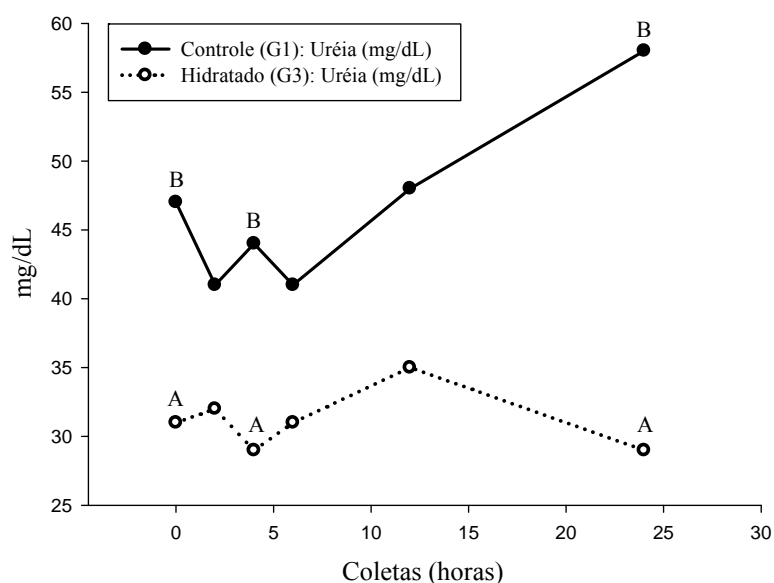


GRÁFICO 20 - Valores médios pós-parto (0, 2, 4, 6, 12 e 24 horas) da uréia em vacas da raça Holandesa, do grupo controle (G1) e do grupo hidratado 2 horas após o parto (G3), com avaliação dos momentos de coleta entre e dentro de cada grupo

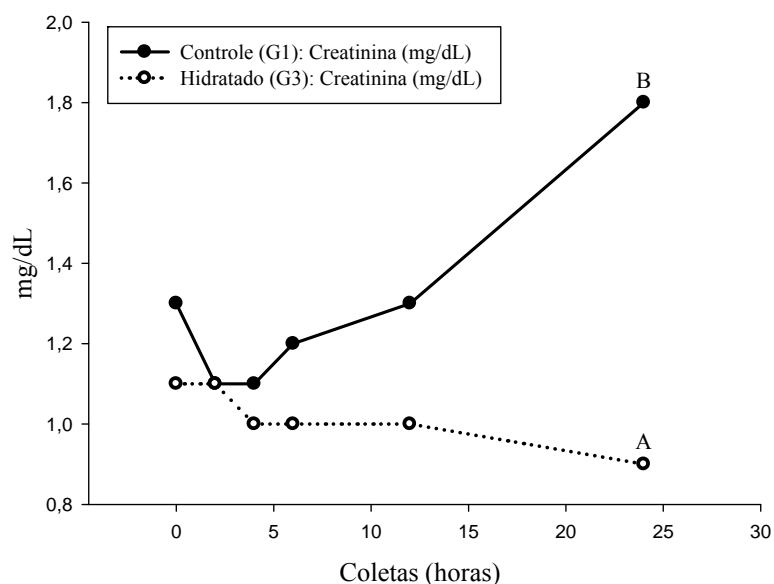


GRÁFICO 21 - Valores médios pós-parto (0, 2, 4, 6, 12 e 24 horas) da creatinina em vacas da raça Holandesa, do grupo controle (G1) e do grupo hidratado 2 horas após o parto (G3), com avaliação dos momentos de coleta entre e dentro de cada grupo

### 3.3 Minerais

Ao se avaliar o comportamento dos minerais dentro de cada grupo ao longo das primeiras 24 horas pós-parto (TAB. 26), é possível constatar que no grupo controle (G1), as concentrações de magnésio (Mg) e cálcio (Ca) encontravam-se mais altas

imediatamente após o parto. Duas horas mais tarde o Mg sofreu uma redução ( $p < 0,05$ ), voltando a elevar-se às 24 horas pós-parto. Semelhante ao Mg, o Ca também estava com concentrações elevadas durante o primeiro dia pós-parto, apresentando pequenas oscilações, com elevação às 24 horas. Já o fósforo (P) aumentou a partir de

12 horas pós-parto, momento em que ultrapassou seu intervalo de referência (5,6 a 6,5 mg/dL – Kaneko et al., 2008). Por outro lado, durante o mesmo período, o grupo que recebeu a solução oral (G3) manteve-se estável e não apresentou diferença significativa ( $p < 0,05$ ) nos minerais avaliados.

A partir dos resultados obtidos neste trabalho, constatou-se que as concentrações de cálcio, magnésio e fósforo estavam adequadas imediatamente após o parto, possivelmente relacionadas às práticas pré-parto utilizadas na propriedade. A alimentação e o manejo das vacas ao final do período seco, eram realizados de forma a minimizar as chances de hipocalcemia. Para esse fim eram adotadas medidas como separação das vacas em pequenos grupos, com base na previsão de partos, espaço de cocho, de piquete e sombreamento adequados, boa disponibilidade de água, fornecimento de volumosos de alta qualidade e na forma de dieta total. Estes fatores podem ter contribuído para a menor redução da ingestão de matéria seca no pré-parto, garantindo desta forma, suprimento adequado de minerais.

Condições inadequadas de manejo das vacas no pré-parto induzem estresse nos animais, desencadeando efeitos biológicos que podem ser críticos durante o período de transição para alguns rebanhos (Drackley, 1999). As condições adotadas na

propriedade onde realizou-se o experimento, conforme destacadas anteriormente, sem dúvida exerceram um efeito de minimização de estresse aos animais. Aliado a isso, a utilização de dieta com diferença cátion aniônica de -11 mEq/kg de matéria seca e teores de Mg (0,41% MS) e de cálcio (0,9%) adequados (NRC, 2001), favoreceram o controle da hipocalcemia pós-parto. A manutenção dos níveis normais de cálcio após o parto é dependente da absorção desse elemento da dieta e da sua reabsorção óssea e, em pequena quantidade, renal, associadas ao efeito do paratormônio (PTH). Desta maneira, pode-se sugerir que as vacas ao parirem, apresentavam concentrações adequadas desse hormônio e condições ideais para o desempenho de sua função, como pH sanguíneo e concentração de magnésio. Goff e Horst (1997) observaram que a acidose metabólica compensada, induzida pela dieta com diferença cátion aniônica negativa no pré-parto, favoreceu a reabsorção de cálcio ósseo, enquanto dietas ricas em potássio e com balanço cátion aniônico positivo, suprimiram este processo. Além disso, concentrações séricas normais de magnésio são necessárias para promover a reabsorção de cálcio óssea, uma vez que ele participa da secreção do paratormônio pela paratireóide e também da responsividade dos tecidos a este hormônio (Oetzel e Goff, 1999; Goff, 2006).

TABELA 26 - Valores médios pós-parto (0, 2, 4, 6, 12 e 24 horas) do magnésio (Mg), fósforo (P) e cálcio (Ca) em vacas da raça Holandesa, do grupo controle (G1) e do grupo hidratado 2 horas após o parto (G3), com avaliação dos momentos de coleta entre e dentro de cada grupo

Minerais	Grupos	Momentos de coleta (horas pós-parto)						CV	p
		0h	2h	4h	6h	12h	24h		
Mg (mg/dL)	G1	3,3b	2,8a	2,8a	2,7a	2,8a	3,9bB	26,52	0,044
Mg (mg/dL)	G3	2,9	2,9	2,6	3,1	2,9	2,9A	20,01	0,701
	CV	27,49	18,84	23,95	21,75	21,01	25,93		
	p	0,349	0,89	0,52	0,29	0,65	0,05		
P (mg/dL)	G1	6,0a	5,3a	6,2a	5,4a	7,2b	7,8b	28,51	0,045
P (mg/dL)	G3	5,7	5,6	5,6	5,7	6,2	6,6	28,61	0,778
	CV	28,30	29,49	30,84	36,63	20,76	26,31		
	p	0,712	0,72	0,51	0,79	0,15	0,23		
Ca (mg/dL)	G1	12,6abB	10,0a	10,8ab	9,7a	11,6ab	14,1bB	23,29	0,016
Ca (mg/dL)	G3	9,3A	9,9	9,1	9,5	9,4	9,2A	15,77	0,915
	CV	21,11	18,02	16,64	22,11	21,25	23,03		
	p	0,013	0,91	0,07	0,84	0,07	0,003		

Médias seguidas por letras distintas minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Diferença entre os grupos com relação à concentração de Mg (TAB. 26) foi evidenciada somente às 24 horas pós-parto, momento no qual a mesma no grupo controle (G1) foi maior ( $p < 0,05$ ) que a do grupo hidratado (G3) (GRAF. 22). Esta concentração mais baixa de Mg no G3 pode

estar relacionada à melhor perfusão renal causada pela hidratação, uma vez que o excesso de magnésio é rapidamente excretado pelos rins, os quais desempenham importante papel na homeostasia deste mineral (Martens e Schweigel, 2000).

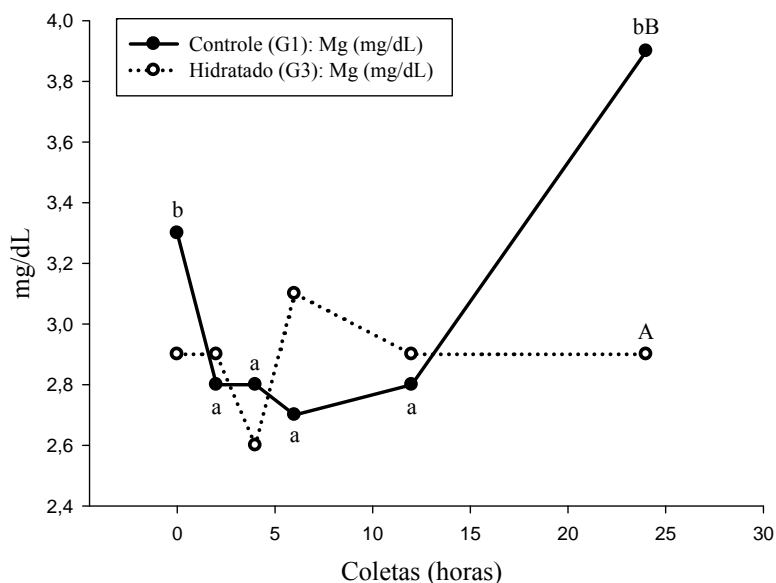


GRÁFICO 22 - Valores médios pós-parto (0, 2, 4, 6, 12 e 24 horas) do magnésio (Mg) em vacas da raça Holandesa, do grupo controle (G1) e do grupo hidratado 2 horas após o parto (G3), com avaliação dos momentos de coleta entre e dentro de cada grupo

Souza Júnior (2008) em trabalho realizado com vacas pluríparas da raça Holandesa, não encontrou diferenças significativas na concentração de Mg entre 0 e 48 horas pós-parto, com valores médios dentro dos limites normais. Nesse trabalho o autor observou alta prevalência (72%) de vacas com hipocalcemia subclínica ( $Ca < 8,5$  mg/dL) no dia do parto, o que demonstra uma falha na prevenção dessa alteração durante o pré-parto, levando a menor produção de PTH. Por outro lado, nossos resultados corroboram com os de outros autores, tais como Wilson et al. (1977), que observaram elevação nas concentrações de magnésio ao parto e nas primeiras 48 horas após o mesmo, com decréscimo a partir de então; Marquardt et al. (1977), que relataram aumento do magnésio ao parto em vacas jovens, vacas velhas não paréticas e vacas velhas paréticas, além de Blum et

al. (1972), os quais observaram que as concentrações deste mineral geralmente elevavam-se levemente, mas de forma significativa ao parto, persistindo por 24 a 48 horas depois.

Não existe nenhuma evidência substancial indicando que um único hormônio ou vitamina estejam diretamente ligados à homeostase ou metabolismo do Mg. Apesar disso, ele pode ser influenciado de forma indireta por hormônios reguladores de cálcio, como calcitonina e PTH (Littledike e Goff, 1987).

Geralmente, o Mg da dieta que é absorvido e não é requerido para manutenção e crescimentos teciduais, desenvolvimento fetal ou lactação, é excretado pelos rins. A maioria do Mg filtrado através dos



glomérulos é reabsorvida pelo epitélio tubular renal, até que os níveis séricos alcancem uma concentração em que a taxa de filtração do glomérulo exceda a capacidade de reabsorção do Mg filtrado, ponto este, considerado como limiar para a reabsorção deste elemento. Em bovinos, este limiar renal é excedido quando o Mg sérico fica acima de 1,8 mg/dL (Littledike e Goff, 1987). Entretanto, o PTH pode causar elevação da reabsorção tubular de Mg, por meio do aumento do seu limiar renal. Os rins excretam menos Mg, fato este que conduz ao aumento das suas concentrações séricas (Goff et al., 1989). Além disso, o hormônio estimula a reabsorção óssea, contribuindo desta forma, para a elevação na concentração deste mineral (Kerr, 2002).

Não houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) do fósforo entre os grupos avaliados, apesar disso, suas concentrações médias

encontravam-se acima do limite de referência, o qual situa-se entre 5,6 e 6,5 mg/dL (Kaneko et al., 2008), às 12 e 24 horas pós-parto no grupo controle (G1) e às 24 horas no grupo tratado (G3) (GRAF. 23). Nossos achados diferem do que a literatura cita para as concentrações de fósforo em vacas com aptidão leiteira nas primeiras horas após o parto, a qual na maioria das vezes, encontra-se baixa neste momento. Wilson et al. (1977) observaram que a concentração de fósforo materno em bovinos, estava reduzida ao parto e permaneceu baixa até o sexto ou oitavo dia após o parto. Tal fato poderia ser decorrente do aumento da demanda deste mineral para a produção do colostro (Symonds et al., 1966) ou do aumento dos requerimentos fetais, já que foram encontradas concentrações mais elevadas nos neonatos que nas mães (Wilson et al., 1977).

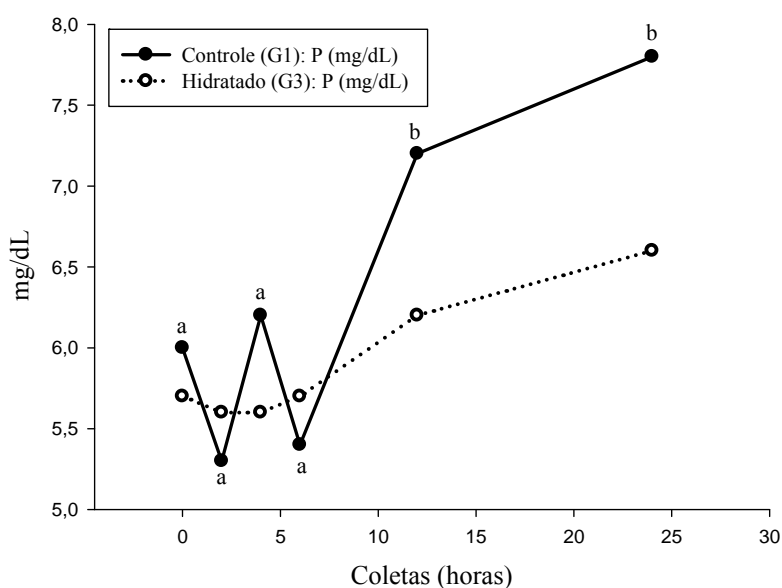


GRÁFICO 23 - Valores médios pós-parto (0, 2, 4, 6, 12 e 24 horas) do fósforo (P) em vacas da raça Holandesa, do grupo controle (G1) e do grupo hidratado 2 horas após o parto (G3), com avaliação dos momentos de coleta entre e dentro de cada grupo

Souza Júnior (2008) ao avaliar fósforo sérico nas primeiras 48 horas pós-parto, observou estabilidade nas concentrações do mesmo ao longo dos tempos de coleta, porém as médias em todos os momentos também encontravam-se abaixo dos valores de referência, fato este, atribuído pelo autor

às demandas deste mineral para o leite. A divergência em relação aos resultados aqui encontrados pode ser atribuída ao fornecimento de dieta pré-parto com níveis adequados de fósforo (0,35%), aos animais do presente trabalho. Outra explicação para estas concentrações elevadas de fósforo

seria o efeito do PTH, favorecido pela dieta pré-parto, o qual estimularia os rins a produzirem 1,25-dihidroxitamina D, que poderia aumentar a eficiência da absorção intestinal de fosfato (Goff, 2006).

A concentração de cálcio sérico (TAB. 26) manteve-se estável e dentro do intervalo de

referência (8,5 a 10 mg/dL – Goff, 2004) nos animais do grupo tratado (G3). Quando compara-se os grupos, evidencia-se maior concentração ( $p < 0,05$ ) deste mineral ao parto e 24 horas mais tarde, no grupo controle (GRAF. 24).

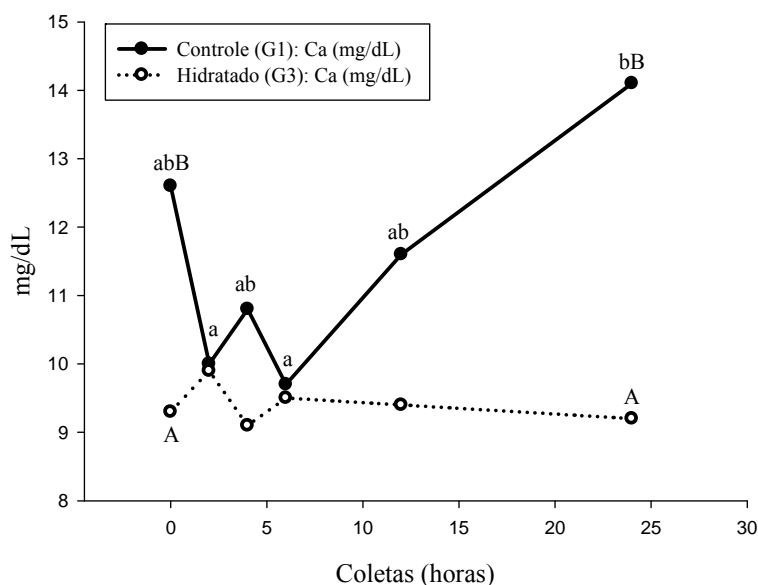


GRÁFICO 24 - Valores médios pós-parto (0, 2, 4, 6, 12 e 24 horas) do cálcio (Ca) em vacas da raça Holandesa, do grupo controle (G1) e do grupo hidratado 2 horas após o parto (G3), com avaliação dos momentos de coleta entre e dentro de cada grupo

Diversos estudos sobre hipocalcemia indicam que vacas com maior número de parições teriam uma maior predisposição a desenvolverem a enfermidade. Este fato seria decorrente de uma produção inadequada de PTH (Ramberg et al., 1976), aumento das perdas de Ca e decréscimo da retenção do mineral nos tecidos ósseos, com o avançar da idade (Hansard et al., 1954; Goff et al., 1996). Não foi evidenciada queda nas concentrações de Ca abaixo dos valores fisiológicos para vacas nesta fase, porém como as pluríparas utilizadas no presente trabalho eram animais entre segunda e quarta lactações, possivelmente não houve efeito tão acentuado da idade sobre o metabolismo do Ca capaz de promover alterações, conforme observado pelos autores supracitados.

A maioria das vacas com aptidão leiteira encontra-se com algum grau de deficiência de Ca, especialmente nos primeiros 10 dias de lactação (Ramberg et al., 1976) e muitas têm hipocalcemia subclínica durante este período. Nestes primeiros dias, os ossos e o intestino estão adaptando-se às elevadas demandas do mineral para a lactação (Goff et al., 1996). Os animais do presente trabalho, apresentaram um quadro diferente do que é comumente descrito pela literatura para o cálcio no primeiro dia pós-parto, já que possuíam concentrações normais ou mesmo elevadas para o elemento. Conforme anteriormente discutido, o cálcio elevado após o parto possivelmente decorre do sucesso do manejo nutricional utilizado na propriedade, visando a prevenção da hipocalcemia.

Em decorrência das condições adequadas de manejo alimentar para vacas secas implantado na propriedade, através do fornecimento de dieta total com quantidades de minerais compatíveis com as exigências nutricionais dos animais nesta fase, as concentrações de Ca, P e Mg, aqui avaliadas, já encontravam-se dentro ou mesmo acima dos valores considerados normais, imediatamente após o parto. Desta forma, não foi possível constatar nenhum efeito do tratamento utilizado, durante o primeiro dia pós-parto sobre os mesmos.

#### 4. CONCLUSÕES

A influência da solução oral utilizada, manifestada pela alteração de eletrólitos, lactato e manutenção do pH do grupo tratado, foi mais claramente observada no último momento de coleta, ou seja, cerca de 22 horas depois da administração da mesma.

A fluidoterapia pós-parto, com a fórmula utilizada, promove:

- Hidratação dos animais;
- Manutenção da estabilidade do equilíbrio ácido-base;
- Redução do balanço energético negativo no primeiro dia pós-parto;

## 5.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, S. H.; HOLM, J. L. Lactate: physiology and clinical utility. *J. Vet. Emerg. Crit. Care.*, v. 18, n. 2, p. 123-132, 2008.

ANGELOS, S.M.; VAN MESTRE, D.C. Treatment of sodium balance disorders: water intoxication and salt toxicity. *Vet. Clin. North. Am. Food Anim. Pract.*, v. 15, n. 3, p. 587-606, 1999.

ATOJI, K. *Fluidoterapia por via nasogástrica em caprinos*. 2005. 108f. Dissertação, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

BAER, R. W. Body fluid compartments. In: Guyton, A. C.; HALL, J. E. *Textbook of medical physiology*. Philadelphia: W.B. Saunders Company, 1996. p. 297-308.

BAUMAN, D. E.; CURRIE, W. B. Partitioning of nutrients during pregnancy and lactation: A review of mechanisms involving homeostasis and homeorhesis. *J. Dairy Sci.*, v. 63, p. 1514-1529, 1980.

BELL, A. W. Regulation of organic nutrient metabolism during transition from late pregnancy to early lactation. *J. Anim. Sci.*, v. 73, p. 2820-2833, 1995.

BERCHTOLD, J. Intravenous fluid therapy of calves. *Vet. Clin. North. Am. Food Anim. Pract.*, v. 15, n. 3, p. 505-531, 1999.

BIRGEL JÚNIOR, E. H.; NEVES, F. S.; SALVATORE, L. C. A.; et al. Avaliação da influência da gestação e do puerpério sobre a função hepática de bovinos da raça holandesa. *Ars Veterinaria*, v. 19, n. 2, p. 172-178, 2003.

BLUM, J. W.; RAMBERG JR, C. F.; JOHNSON, K. G.; et al. Calcium (ionized and total), magnesium, phosphorus, and glucose in plasma from parturient cows. *Am. J. Vet. Research*, v. 33, n. 1, p. 51-56, 1972.

BOOKALLIL, M. J. *pH of the blood: acid base balance*, 2012. Disponível em: <[http://www.anaesthesia.med.usyd.edu.au/resources/lectures/acidbase\\_mjb/acidbase.html](http://www.anaesthesia.med.usyd.edu.au/resources/lectures/acidbase_mjb/acidbase.html)>. Acesso em: 26/02/2012.

BOYD, J. W. The mechanisms relating to increases in plasma enzymes and isoenzymes in diseases of animals. *Vet. Clin. Pathol.*, v. 12, p. 9-24, 1983.

BURWELL, C. S.; METCALFE, J. *Heart diseases and pregnancy – physiology and management*. Boston: Little Brown, 1958, 338p.

CARLSON, G. P.; BRUSS, M. Fluid, electrolyte and acid-base balance. In: KANEKO, J. *Clinical biochemistry of domestic animals*. 6. ed. London: Academic Press, 2008. p. 529-559.

CARVALHO, J. I. Acidose. In: GOMES, O. M. *Interpretação clínica das alterações ácido-básicas e distúrbios da oxigenação*. Belo Horizonte: Edicor, 1997. p. 52-71.

CASTILLO, C.; BENEDITO, J. L.; PEREIRA, V.; et al. Acid-base status and serum L-lactate in growing/finishing bull calves fed different high-grain diets. *Livest. Sci.*, v. 120, p. 66-74, 2009.

CASTRO, D.; RIBEIRO, C.; SIMÕES, J. Medicina da produção: monitorização do balanço energético negativo (BEN) em vacas leiteiras. *Revista Eletrônica de Veterinária*, v. 10, n.4, p. 1-11, 2009.

- CERNESCU, H.; ONITA, P.; KNOP, R.; et al. The metabolic and hormonal profile on peripartal periode in cow. *Lucrări Științifice Medicină Veterinară.*, v. 43, n. 2, p. 1-8. 2010.
- CHRISTENSEN, J. O.; GRUMMER, R. R.; RASMUSSEN, F. E.; et al. Effect of method of delivery of propylene glycol on plasma metabolites of feed-restricted cattle. *J. Dairy Sci.*, v. 80, n. 3, p. 563-568, 1997.
- CHRISTOPHER, M. M.; ECKFELDT, J. H.; EATON, J. W. Propylene glycol ingestion causes D-lactic acidosis. *Lab. Invest.*, v. 62, n. 1, p. 114-118, 1990.
- CLEMENS, L. E.; SIITERI, P. K.; STITES, D. P. Mechanism of immunosuppression of progesterone on maternal lymphocyte activation during pregnancy. *J. Immunol.*, v. 122, p. 1978, 1979.
- COLLIER, R. J.; MCNAMARA, J. P.; WALLACE, C. R.; et al. A review of endocrine regulation of metabolism during lactation. *J. Anim. Sci.*, v. 59, p. 498-510, 1984.
- CONSTABLE, P. D.; GOHAR, H. M.; MORIN, D. E.; et al. Use of hypertonic saline – dextran solution to resuscitate hypovolemic calves with diarrhea. *Am. J. Vet. Res.*, v. 57, p. 97-104, 1996.
- CONSTABLE, P. D. Clinical Assessment of acid-base status: strong ion difference theory. *Vet. Clin. North. Am. Food Anim. Pract.*, v. 15, n. 3, p. 447-472, 1999.
- CUNNINGHAM, J. G. Equilíbrio hídrico. In: *Tratado de fisiologia Veterinária*. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004. 579p.
- DANIELS, K. J.; DONKIN, S. S.; EICHER, S. D.; et al. Prepartum Milking of Heifers Influences Future Production and Health. *J. Dairy Sci.*, v. 90, p. 2293-2301. 2007.
- DAY, T. K. Blood gas analysis. *Vet. Clin. Small Anim.*, v. 32, p. 1031-1048. 2002.
- DiBARTOLA, S. P. *Anormalidades de fluidos, eletrólitos e equilíbrio ácido-básico na clínica de pequenos animais*. 3. ed. São Paulo: Roca, 2007. 664p.
- DIRKSEN, G.; GRÜNDER, H. D.; STÖBER, M. *Rosenberger: Exame Clínico dos Bovinos*. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S.A, 1993, 419p.
- DIVERS, T. J.; PEEK, S.F. *Rebhun's diseases of dairy cattle*. 2. ed., St. Louis: Elsevier, 2008, 687p.
- De BOER, G.; TRENKLE, A.; YOUNG, J. W. Glucagon, insulin, growth hormone, and some blood metabolites during energy restriction ketonemia of lactating cows. *J. Dairy Sci.* v. 68, p. 326-337. 1985.
- DEANE, J. C.; DAGLEISH, M. P.; BENAMON, A. E. M.; et al. Effects of syringe material and temperature and duration of storage on the stability of equine arterial blood gas variables. *Vet. Anaesth. Analg.*, v. 31, n. 04, p. 250-57, 2004.
- DEMEY, H.; DAELEMANS, R.; DEBROE, M. E.; et al. Propyleneglycol intoxication due to intravenous nitroglycerin. *The Lancet.*, v. 1, parte 2, p. 1360, 1984.

- DHIMAN, T. R.; SASIDHARAN, V. Effectiveness of calcium chloride in increasing blood calcium concentrations of periparturient dairy cows. *J. Anim. Sci.*, v. 77, p. 1597-1605, 1999.
- DOORNBOS, D. E., BELLOWS, R. A., BURFENING, P. J., et al. Effects of dam age, prepartum nutrition and duration of labour on productivity and postpartum reproduction in beef females. *J. Anim. Sci.*, v. 59, p. 1-10, 1984.
- DOREAU, M.; JOURNET, M.; MARQUIS, B.; et al. Variations de la digestibilité de la ration et de quelques paramètres sanguins chez la vache laitière à proximité du vêlage. *Bulletine Techn C.R.Z.V. Theix, INRA*. v. 44, p. 17-22, 1981.
- DRAGE, S.; WILKINSON, D. Acid-base balance. *Pharmacology*, v. 3, n. 12, p.1-13, 2001.
- DRACKLEY, J. K.; BEITZ, D. C.; YOUNG, J. W. Regulation of in vitro palmitate oxidation in liver from dairy cows during early lactation. *J. Dairy Sci.*, v. 74, p. 1884-1892, 1991.
- DRACKLEY, J. K. Biology of Dairy cows during the transition period: the final frontier? *J. Dairy Sci.*, v. 82, p. 2259-2273, 1999.
- DRACKLEY, 2000. Use of NEFA as a Tool to Monitor Energy Balance in Transition Dairy cows, 2000. Disponível em: <[http://www.livestocktrail.illinois.edu/dairy\\_net/paperDisplay.cfm?ContentID=330](http://www.livestocktrail.illinois.edu/dairy_net/paperDisplay.cfm?ContentID=330)>. Acesso em: 08/10/2012.
- DUFFIELD, T. F., LEBLANC, S. J. Interpretation of serum metabolic parameters around the transition period. *Proceedings: Southwest Nutrition and Management Conference*, p. 106-114, 2009.
- EICKER, S.W. An introduction to strong ion difference. *Vet. Clin. North. Am. Food Anim. Pract.*, v. 6, n. 1, p. 45-49, 1990.
- ENEMARK, J. M. D.; SCHMIDT, H. B.; JAKOBSEN, J.; et al. Failure to improve energy balance or dehydration by drenching transition cows with water and electrolytes at calving. *Vet. Res. Commun.*, v. 33, p. 123-137, 2009.
- FAGLIARI, J. J.; SANTAN, A. E.; MARCHIO, W.; et al. Constituintes sanguíneas de vacas das raças Nelore (*Bos indicus*) e Holandesa (*Bos taurus*) e de bubalinos (*Bubalus bubalis*) da raça Murah durante a gestação, no dia do parto e no puerpério. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v. 50, n. 3, p. 273-282, 1998.
- FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, 2010. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>>. Acesso em : 20 mai. 2012.
- FEITOSA F.L.F.; BIRGEL, E.H. Variação da concentração de imunoglobulinas G e M, de proteína total e suas frações eletroforéticas e da atividade da gamaglutamiltransferase no soro sanguíneo de vacas holandesas, antes e após o parto. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v. 52, n. 2, p. 111-116, 2000.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciênc. Agrotec.*, (Impr.), v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

- FREITAS, M. D. *Avaliação dos parâmetros clínicos e de patologia clínica em bezerras naturalmente infectados com diarreia neonatal*. 2009. 81f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- FUBINI, S.; DIVERS, T. J. Noninfectious diseases of the gastrointestinal tract. In: DIVERS, T.J.; PEEK, S.F. *Diseases of the Dairy Cattle*. 2. ed. St Louis: Saunders Elsevier, 2008. p.130-199.
- GARCIA, J. P. A practitioner's views on fluid therapy in calves. *Vet. Clin. North. Am. Food Anim. Pract.*, v. 15, p. 533-544, 1999.
- GARCIA-NAVARRO, C. E. K. *Manual de hematologia veterinária*. 2. ed. São Paulo: Varela, 2005. 206p.
- GELFERT, C. C.; LOEFFLER, L. M.; FROMER, S.; et al. Comparison of the impact of different anionic salts on the acid-base status and calcium metabolism in non-lactating, non-pregnant dairy cows. *Vet. J.*, v. 185, p. 305-309, 2010.
- GEORGE J. W. The usefulness and limitations of hand-held refractometers in veterinary laboratory medicine: an historical and technical review. *Vet. Clin. Pathol.*, v. 30, p. 201-10, 2001.
- GIRSCHEWSKI, V. H.; VOIGT, J.; PIATKOWSKI, B. Untersuchungen über vorkommen, erfassung und behandlung der subklinischen ketose bei hochleistungskühen. *Mh. Vet. Med.* v. 32, p. 201-203. 1977.
- GOFF, J. P. Macromineral disorders of the transition cow. *Vet. Clin. North. Am. Food Anim. Pract.*, v. 20, n. 3, p. 471-494, 2004.
- GOFF, J. P. Macromineral physiology and application to the feeding of the dairy cow for prevention of milk fever and other periparturient mineral disorders. *Anim. Feed Sci. Technol.*, v. 126, p. 237-257, 2006.
- GOFF, J. P. Transition cow immune function and interaction with metabolic diseases. *Tri-state dairy nutrition conference*, p. 45-57, 2008a.
- GOFF, J. P. The monitoring, prevention, and treatment of milk fever and subclinical hypocalcemia in dairy cows. *Vet. J.*, v. 176, p. 50-57, 2008b.
- GOFF, J. P.; HORST, R. L. Oral administration of calcium salts for treatment of hypocalcemia in cattle. *J. Dairy Sci.* v. 76, p. 101-108, 1993.
- GOFF, J. P.; HORST, R. L. Calcium salts for treating hypocalcemia: Carrier effects, acid-base balance, and oral versus rectal administration. *J. Dairy Sci.*, v. 77, p. 1451-1456, 1994.
- GOFF, J. P.; HORST, R. L. Physiological changes at parturition and their relationship to metabolic disorders. *J. Dairy. Sci.*, v. 80, p. 1260-1267, 1997.
- GOFF, J. P.; HORST, R. L.; JARDON, P. W.; et al. Field trials of an oral calcium propionate paste as an aid to prevent milk fever in periparturient dairy cows. *J. Dairy Sci.*, v. 79, p. 378-383, 1996.
- GOFF, J. P.; HORST, R. L.; MUELLER, F. J.; et al. Addition of chloride to a prepartal diet high in cations increases 1,25-dihydroxyvitamin D response to hypocalcemia preventing milk fever. *J. Dairy Sci.*, v. 74, p. 3863-3871, 1991.

- GOFF, J. P.; REINHARDT, T. A.; HORST, R. L.; Recurring hypocalcemia of bovine parturient paresis is associated with failure to produce 1,25-dihydroxyvitamin D. *Endocrinology*, v. 125, p. 49-53, 1989.
- GOFF, J. P.; RUIZ, R.; HORST, R. L. Relative acidifying activity of anionic salts commonly used to prevent milk fever. *J. Dairy Sci.*, v. 87, p. 1245-1255, 2004.
- GOMES, O. M. *Interpretação clínicas das alterações ácido-básicas e distúrbio da oxigenação*. Belo Horizonte: Edictor, 1997, 254p.
- GRANT, R. J.; ALBRIGHT, J. L. Feeding behavior and management factors during the transition period in dairy cattle. *J. Anim. Sci.*, v. 73, p. 2791-2803, 1995.
- GRUMMER, R. R.; WINKLER, J. C.; BERTICS, S. J.; et al. Effect of propylene glycol dosage during feed restriction on metabolites in blood of parturient Holstein heifers. *J. Dairy Sci.*, v. 77, p. 3618-3623, 1994.
- GRUMMER, R. R. Impact of changes organic nutrient metabolism on feeding the transition dairy cow. *J. Dairy Sci.*, v. 73, p. 2820-2833, 1995.
- GRUMMER, R. R.; MASHEK, D. G.; HAYIRLI, A. Dry matter intake and energy balance in the transition period. *Vet. Clin. Food Anim.*, v. 20, p. 447-470, 2004.
- GUTERBOCK, W. M. Diagnosis and treatment programs for fresh cows. *Vet. Clin. North. Am. Food Anim. Pract.*, v. 20, p. 605-626, 2004.
- HANSARD, S. L.; COMAR, C. L.; PLUMLEE, M. P. The effects of age upon calcium utilization and maintenance requirements in the bovine. *J. Anim. Sci.*, v. 12, p. 25-36, 1954.
- HAYIRLI, A.; GRUMMER, R. R.; NORDHEIM, E. V.; et al. Animal and dietary factors affecting feed intake during the prefresh transition period in Holsteins. *J. Dairy Sci.*, v. 85, p. 3430-3443, 2002.
- HERDT, T. H.; GERLOFF, B. J. Fatty Liver in Dairy Cattle. In: *Current Veterinary Therapy: Food Animal Practice*. 5. ed. St. Louis: Saunders Elsevier, 2009. p. 146-149.
- HORST, R. L.; GOFF, J. P.; REINHARDT, T. A.; et al. Strategies for preventing milk fever in dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, v. 80, p. 1269-1280, 1997.
- HOUPT, T. R. Equilíbrio ácido-base. In: SWENSON, M. J.; REECE, W. O. (Ed). *Dukes, Fisiologia dos animais domésticos*. 11. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996. p. 549-559.
- HOVERSLAND, A. S.; PARER, J. T.; METCALFE, J. Hemodynamic adjustments in the Pygmy goat during pregnancy and early postpartum. *Biol. Reprod.*, v. 10, n. 5, p. 578-588, 1974.
- HUZZEY, J. M.; NYDAM, D. V.; OSPINA, P. A.; et al. Predicting transition health and performance-use of blood and fecal biomarkers for herd-level evaluation and diagnostics. In: *FEED DEALERS SEMINARS PROCEEDINGS*. Ithaca: Animal Science Publication Series Cornell University, 2011. p. 48-58.



- HUZZEY, J. M.; VIEIRA, D. M.; WEARY, D. M.; et al. Parturition behavior and dry matter intake identify dairy cows at risk for metritis. *J. Dairy Sci.*, v. 90, p. 3220-3233, 2007.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2012. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/ppm/2011/default.shtm>>. Acesso em: 20 mai. 2012.
- JAIN, N. C. *Essentials of veterinary hematology*. Philadelphia: Lea e Febiger, 1993. 417p.
- JACKSON, P.G.G. *Handbook of veterinary obstetrics*. 2. ed. London: Elsevier, 2004. 261p.
- JOHNSON, P. J.; MORAIS, H. A. Distúrbios ácido-básicos respiratórios. In: DiBARTOLA, S. P. *Anormalidades de fluidos, eletrólitos e equilíbrio ácido-básico na clínica de pequenos animais*. 3. ed. São Paulo: Roca, 2007. p. 270-282.
- JOHNSON, R. A. Electrolyte and acid-base disturbances in the horse. *Vet. Clin. North. Am. Equine Pract.*, v. 11, n. 3, p. 49-514, 1995.
- JOHNSON, R. B. The treatment of ketosis with glycerol and propylene glycol. *Cornell Vet.*, v. 44, p. 6-21, 1954.
- JUNQUEIRA, J. R. C.; VOLTARELLI, D. C.; FLAIBAN, K. K. M. C.; et al. Correção da acidose metabólica em bezerros com solução concentrada em lactato de sódio. In: IX Congresso Brasileiro de Buiatria, 2011, Goiânia. *Vet. Zootec.*, v. 18, p. 598-601, 2011.
- KANECO, J. J.; HARVEY, J. W.; BRUSS, M.L. *Clinical Biochemistry of Domestic Animal*. 6. ed. Elsevier Inc., 2008. 918p.
- KASHIWAZAKI, Y.; MAEDE, Y.; NAMIOKA, S. Transformation of bovine peripheral blood lymphocytes in the perinatal period. *Jpn. J. Vet. Sci.*, v. 47, p. 337, 1985.
- KEHRLI, M. E. Jr.; NONNECKE, B. J.; ROTH, J. A. Alterations in bovine lymphocyte function during the periparturient period. *Am. J. Vet. Res.*, v. 50, p. 215, 1989.
- KELLER, P. Enzyme activities in the dog: tissue analysis, plasma values, and intracellular distribution. *Am. J. Vet. Res.*, v. 42, p. 575-582, 1981.
- KELLUM, J. A. Determinants of blood pH in health and disease. *Crit. Care.*, v. 4, n. 1, p. 6-14, 2000.
- KERR, M. G. *Veterinary Laboratory Medicine: clinical Biochemistry and Haematology*. 2. ed., Oxford: Blackwell Science, 2002, 386p.
- KESSEL, S.; STROEHL, M.; MEYER, H. H. D.; et al. Individual variability in physiological adaptation to metabolic stress during early lactation in dairy cows kept under equal conditions. *J. Anim. Sci.*, v. 86, p. 2903-2912, 2008.
- KOPCHA, M. Oral fluid therapy for adult dairy cattle. *Michigan Dairy Review*. v. 13, n. 2, p. 1-4, 2008.
- KRISTENSEN, N. B.; RAUN, B. M. L. Ruminal and intermediary metabolism of propylene glycol in lactating Holstein cows. *J. Dairy Sci.*, v. 90, p. 4707-4717. 2007.

- KUNZ, P. L.; BLUM, J. W.; HART, I. C.; et al. Effects of different energy intakes before and after calving on food intake, performance and blood hormones and metabolites in dairy cows. *Anim. Prod.* v. 40, p. 219-231, 1985.
- KUPCZYNSKI, R.; CHUDOBA-DROZDOWSKA, B. Parameters of cows' blood during their drying-off and the beginning of lactation. *Electronic Journal of Polish Agricultural Universities.* v. 5, n. 1, 2002.
- LeBLANC, S. J. Monitoring programs for transition dairy cows. In: WORLD BUIATRICS CONGRESS, 2006, Nice. Proceedings... Nice, France. 2006.
- LeBLANC, S. J.; LISSEMORE, K. D.; KELTON, D. F.; et al. Major advances in disease prevention in dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, v. 89, p. 1267-1279, 2006.
- LISBÔA, J. A. N.; JUNQUEIRA, J. R. C.; FLAIBAN, K. K. M. C.; et al. Intravenous electrolyte solution with high concentration of sodium lactate can correct hyperchloremic acidosis in diarrheic calves. In: 27 WORLD BUIATRICS CONGRESS, 2012, Lisboa. Abstract Book. Lisboa: Associação Portuguesa de Buiatria, 2012. p. 166.
- LITTLEDIKE, E. T.; GOFF, J. P.; Interactions of calcium, phosphorus and magnesium, and vitamin D that influence their status in domestic meat animals. *J. Anim. Sci.*, v.65, p. 1727-1743, 1987.
- LUFT, F. C. Lactic acidosis update for critical care clinicians. *J. Am. Soc. Nephrol.*, v. 12 (Suppl. 17), p. 15-19, 2001.
- MADIAS, N. E. Lactic acidosis. *Kidney Int.*, v. 29, p. 752-774, 1986.
- MAPA – MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO, 2010. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/animal>>. Acesso em: 20 mai. 2012.
- MAPLESDEN, D. C. Propylene glycol in the treatment of ketosis. *Can. J. Comp. Med. Vet. Sci.*, v. 18, p. 287-293, 1954.
- MARQUARDT, J. P.; HORST, R. L.; JORGENSEN, N. A. Effect of parity on dry matter intake at parturition in dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, v. 60, n. 6, p. 929-934, 1977.
- MARTENS, H.; SCHWEIGEL, M. Pathophysiology of grass tetany and other hypomagnesemias. *Vet. Clin. North. Am. Food Anim. Pract.*, v. 16, n. 2, p. 339-368, 2000.
- MELENDEZ, P., DONOVAN, A.; RISCO, C. A.; et al. Metabolic responses of transition Holstein cows fed anionic salts and supplemented at calving with calcium and energy. *J. Dairy Sci.*, v. 85, p. 1085-1092, 2002.
- MEYER, D. J; COLES, E. H; RICH, L. J. *Medicina de Laboratório Veterinária: Interpretação e Diagnóstico.* São Paulo: Roca, 1995, 320p.
- MICHELL, A. R. Sodium in health and disease: a comparative review with emphasis on herbivores. *Vet. Rec.*, v. 116, p. 653-657, 1985.
- MIEDEMA, H. M.; COCKRAM, M. S.; DWYER, C. M.; et al. Behavioural predictors of the start of normal and dystocic calving in dairy cows and heifers. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, v. 132, p. 14-19, 2011.

- MIYOSHI, S.; PATE J. L.; PALMQUIST D. L. Effect of propylene glycol drenching on energy balance, plasma glucose, plasma insulin, ovarian function and conception in dairy cows. *Anim. Reprod. Sci.*, v. 68, p. 29-43, 2001.
- MORAES, M. P.; WEIBLEN, R.; SILVA, A. M.; et al. Evolução da imunidade passiva em fêmeas bovinas da raça Holandesa. *Cienc. Rural.*, v. 27, p. 435-440, 1997.
- MORAIS, H. A.; BIONDO, A. W. Distúrbios relacionados ao cloro: hiper e hipocloremia. In: DiBARTOLA, S.P. *Anormalidades de fluidos, eletrólitos e equilíbrio ácido-básico na clínica de pequenos animais*. 3. ed. São Paulo: Roca, 2007. p. 87-114.
- MORAIS, H. A.; LEISEWITZ, A. L. Distúrbios ácido-básicos mistos. In: DiBARTOLA, S.P. *Anormalidades de fluidos, eletrólitos e equilíbrio ácido-básico na clínica de pequenos animais*. 3. ed. São Paulo: Roca, 2007. p. 283-294.
- MORRIS, P. G. D. Blood picture of a cow during a normal pregnancy and parturition. *The Veterinary Journal*, v. 100, n. 11, p. 225-233, 1944.
- NATH, H. C.; BARUAH, K. K.; BARUAH, A.; et al. Serum cholesterol and protein in pre, peri and postpartum cows. *Indian Vet. J.*, v. 82, p. 519-521, 2005.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL, *Nutritional Requirements of Dairy Cattle*. Washington D.C.: National Academy Press, 2001. 370 p.
- NAYLOR, J. M. Oral electrolyte therapy. *Vet. Clin. North. Am. Food Anim. Pract.*, v. 15, n. 3, p. 487-504, 1999.
- NEVES, H. J.; GOMES, O. M. pH. In: GOMES, O. M. *Interpretação clínica das alterações ácido-básicas e distúrbios da oxigenação*. Belo Horizonte: Edicor, 1997. p. 24-31.
- NIEHAUS, A. Displaced abomasum in cattle. In: ANDERSON, D. E.; RINGS, D. M. *Current Veterinary Therapy: Food Animal Practice*. 5. ed. St. Louis: Saunders Elsevier, 2009. p. 40-43.
- NIELSEN, N. I.; INGVARTSEN, K. L. Propylene glycol for dairy cows: A review of the metabolism of propylene glycol and its effects on physiological parameters, feed intake, milk production and risk of ketosis. *Anim. Feed Sci. Technol.*, v. 115, p. 191-213. 2004.
- OETZEL, G. R. Effect of calcium chloride gel treatment in dairy cows on incidence of periparturient diseases. *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, v. 209, p. 958-961, 1996.
- OETZEL, G. R.; GOFF, J. P. 1999. Milk fever in cows, ewes and doe goats. In: *Current Veterinary Therapy: Food Animal Practice*. 4. ed. St. Louis: Saunders Elsevier, 1999. p. 215-218.
- OETZEL, G. R. Oral nutritional supplements for parturient dairy cows. In: Proc. 40<sup>th</sup> Annual Conference - AMERICAN ASSOCIATION OF BOVINE PRACTITIONERS - Dairy Herd Problem Investigation Strategies: Transition Cow Troubleshooting. 2007. Vancouver, Canada. p. 93-96.
- OETZEL, G. R.; MILLER, B. E. Effect of oral calcium bolus supplementation on early-lactation health and milk yield in commercial dairy herds. *J. Dairy Sci.*, v. 95, p. 7051-7065, 2012.

- PICCIONE, G.; MESSINA, V.; MARAFIOTI, S.; et al. Changes of some haematochemical parameters in dairy cows during late gestation, post partum, lactation na dry periods. *Vet. Med. Zoot.*, t. 58, v. 80, 2012.
- PICKETT, M. M.; PIEPENBRINK, M. S.; OVERTON, T. R. Effects of propylene glycol or fat drench on plasma metabolites, liver composition and production of dairy cows during the periparturient period. *J. Dairy Sci.*, v. 86, p. 2113-2121, 2003.
- PINHEIRO, B. P. Regulação do equilíbrio ácido-base: sistemas tampão. In: GOMES, O. M. *Interpretação clínica das alterações ácido-básicas e distúrbios da oxigenação*. Belo Horizonte: Edicor, 1997. p. 32-51.
- POELSTRA, K., BAKKER, W. W., KLOK, P. A., et al. Dephosphorylation of endotoxin by alkaline phosphatase in vivo. *Am. J. Pathol.*, v. 151, p. 1163-1169, 1997.
- POGLIANI, F. C. *Valores de referência e influência dos fatores etários, sexuais e da gestação no lipidograma de bovinos da raça Holandesa, criados no Estado de São Paulo*. 2006. 136f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- RADOSTITS, O. M.; GAY, C. C.; HINCHCLIFF, K. W.; et al. *Veterinary Medicine: A textbook of the diseases of cattle, horses, sheep, pigs and goats*. 10. ed., Philadelphia: Elsevier, 2007, 2156p.
- RAIMONDO, R. F. S.; BIRGEL, D. B.; SAUT, J. P. E.; et al. Teores de cloretos, lactose e índice cloretos/lactose na secreção láctea de bovinos da raça Jersey no primeiro mês da lactação. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v. 61, n. 1, p. 259-265, 2009.
- RAMBERG, C. F.; JR MAYER, G. P.; KRONFELD, D. S.; et al. Dietary calcium, calcium kinetics and plasma parathyroid hormone concentration in cows. *J. Nutr.*, v. 106, p. 671-679, 1976.
- RIBEIRO FILHO, J. D.; BAPTISTA FILHO, L. C. F.; SILVEIRA, C. O.; et al. Hidratação enteral em bovinos via sonda nasogástrica por fluxo contínuo. *Ci. Anim. Bras.*, v. 11, Supl., p. 24-28, 2009.
- RODRIGUES, F. A. M. L.; MINERVINO, A. H. H.; BARRÊTO JÚNIOR, R. A.; et al. Avaliação clínica do uso de solução salina hipertônica no tratamento da acidose láctica rumenal aguda em bovinos. *Braz. J. Vet. Res. Anim. Sci.*, v. 48, n. 6, p. 446-453, 2011.
- ROEDER, B. L.; CHUN-LEI, S.; SCHAALJE, G. B. Acute effects of intravenously administered hypertonic saline solution on transruminant rehydration in dairy cows. *Am. J. Vet. Res.*, v. 58, p. 549-554, 1997.
- ROSSATO, W. L. *Condição Metabólica no pós-parto em vacas leiteiras de um rebanho do Rio Grande do Sul*. 2000. 90f. Dissertação (Mestrado) Faculdade de Veterinária, programa de pós-graduação em Ciências Veterinárias, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre.
- ROSE, D. B.; POST, T. W. *Clinical physiology of acid – base and electrolyte disorders*. 5. ed. New York: McGraw-Hill, 2001. 992p.
- ROUSSEL, A. J. Principles and mechanics of fluid therapy in calves. *Compendium on Continuing Education for the Practicing Veterinarian*. v. 5, p. 332-336, 1983.

- ROUSSEL, A. J. Fluid therapy in mature cattle. *Vet. Clin. North. Am. Food Anim. Pract.*, v. 15, p. 545-557, 1999.
- ROUSSEL, A. J.; COHEN, N. D.; HOLLAND, P. S.; et al. Alterations in acid-base balance and serum electrolyte concentrations in cattle: 632 cases (1984-1994). *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, v. 212, n. 11, p. 1769-1775, 1998.
- ROUSSEL, A. J.; NAVARRE, C. B. Fluid therapy, transfusion, an shock therapy. In: ANDERSON, D.E.; RINGS, D.M. *Current Veterinary Therapy: Food Animal Practice*. 5. ed. St. Louis: Saunders Elsevier, 2009. p. 526-533.
- RUDE, R. K. Magnesium deficiency: a cause of heterogeneous disease in humans. *J. Bone Miner. Res.*, v. 13, p. 749-758, 1998.
- SATO, J.; KANATA, M.; YASUDA, J. Changes of serum alkaline phosphatase activity in dry and lactational cows. *J. Vet. Med. Sci.*, v. 67, p. 813-815, 2005.
- SAUER, F. D.; ERFLE, J. D.; FISHER, L. J. Propylene glycol and glycerol as a feed additive for lactating dairy cows: An evaluation of blood metabolite parameters. *Can. J. Anim. Sci.* v. 53, p. 265-271. 1973.
- SAUT, J. P. E. *Influência do puerpério e da retenção dos anexos fetais no proteinograma de fêmeas bovinas da raça Holandesa, criadas no Estado de São Paulo*. 2008. 117f. Tese (Doutorado em Medicina Veterinária) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo. São Paulo.
- SAXTON, D. R.; SELDIN, D. W. Clinical interpretation of laboratory values. In: KOKKO, J. P.; TANNEN, R. L. *Fluids and electrolytes*. Philadelphia: Saunders, 1986. p. 3-62.
- SCHOTT, H. C.; HINCHCLIFF, K. W. Fluids, electrolytes, and bicarbonate. *Vet. Clin. North. Am. Equine Pract.*, v. 9, n. 3, p. 577-604, 1993.
- SILANIKOVE, N.; MALTZ, E.; HALEVI, H.; et al. Metabolism of water, sodium, potassium, and chlorine by high yielding dairy cows at the onset of lactation. *J. Dairy Sci.*, v. 80, n. 11, p. 949-956, 1997.
- SMITH, G. W. Supportive therapy of the toxic cow. *Vet. Clin. North. Am. Food Anim. Pract.*, v. 21, p. 595-614, 2005.
- SMITH, B. P. *Medicina Interna de Grandes Animais*. 3. ed. Barueri-SP: Manole, 2006, 1728p.
- SOUZA, R. M. *Avaliação da função hepática e do lipidograma no período puerperal e pós-puerperal e suas inter-relações com os distúrbios reprodutivos de fêmeas bovinas da raça Holandesa, criadas no Estado de São Paulo*. 2005. 196f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- SOUZA JÚNIOR, J. A. *Influência da Adição de Monensina e Propilenoglicol na Dieta do Periparto de Vacas Leiteiras sobre o Comportamento das Concentrações de Cálcio, Fósforo, Magnésio, Sódio e Potássio*. 2008. 88f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- STOKES, S. R.; GOFF, J. P. Evaluation of calcium propionate and propylene glycol administered into the esophagus of dairy cattle at calving. *The professional Animal Scientist.*, v. 17, p. 115-122, 2001.

- STRAUSS, M. B. The etiology and treatment of anaemia in pregnancy. *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, v. 102, p. 281, 1934.
- STUDER, V. A.; GRUMMER, R. R.; BERTICS, S. J.; et al. Effect of prepartum propylene glycol administration on periparturient fatty liver in dairy cows. *J. Dairy Sci.*, v. 76, n. 10, p. 2931-2939, 1993.
- SUZUKI, K.; AJITO, T.; IWABUCHI, S. Effect of infusion of hypertonic saline solution on conscious heifers with hypoxemia caused by endotoxin infusion. *Am. J. Vet. Res.*, v. 59, p. 452-457, 1998.
- SYMONDS, H. W.; MANSTON, R.; PAYNE, J. M.; et al. Changes in the calcium and phosphorus requirements of the dairy cow at parturition with particular reference to the amounts supplied to the foetus in utero. *British Vet. J.*, v. 122, n. 5, p. 196-200, 1966.
- TANAKA, M.; KAMIYA, Y.; SUZUKI, T.; et al. Changes in oxidative status in periparturient dairy cows in hot conditions. *Anim. Sci. J.*, v. 82, n. 2, p. 320-324, 2011.
- TEKERLI, M.; AKINCI, Z.; DOGAN, I.; et al. Factors Affecting the Shape of Lactation Curves of Holstein Cows from the Balikesir Province of Turkey. *J. Dairy Sci.*, v. 83, p. 1381-1386, 2000.
- THRALL, M. A.; WEISER, G.; ALLISON, R. W.; CAMPBELL, T. W. *Veterinary hematology and clinical chemistry*. 2. ed. Ames: Wiley-Blackwell, 2012. 776p.
- TRAWICK, D. R.; BAHR, J. M. Modulation of the primary and secondary antiferretin antibody response in rats by 17  $\beta$ -estradiol. *Endocrinology*. v. 118, p. 2324, 1986.
- TUCKER, H. A. Symposium: Hormonal regulation of milk synthesis: Hormones, mammary growth, and lactation: a 41-Year perspective. *J. Dairy Sci.* p. 874-884, 2000.
- TYLER, J. W.; DEGRAVES, F. J.; ERSKINE, R. J.; et al. Milk production in cows with endotoxin-induced mastitis treated with isotonic or hypertonic sodium chloride solution. *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, v. 204, p. 1949-1952, 1993a.
- TYLER, J. W.; WELLES, E. G.; ERSKINE, R. J.; et al. Clinical and clinicopathologic changes in cows with endotoxin-induced mastitis treated with small volumes of isotonic or hypertonic sodium chloride administered intravenously. *Am. J. Vet. Res.*, v. 55, p. 278-287, 1994.
- TYLER, J. W.; WELLES, E. G.; SORJONEN, D. C.; et al. Cerebrospinal fluid composition of cattle with endotoxin-induced mastitis treated with isotonic (0.9 %) or hypertonic (7.5 %) sodium chloride. *J. Vet. Intern. Med.*, v. 7, p. 91-94, 1993b.
- VAZQUEZ-AÑÓN, M.; BERTICS, S.; LUCK, M.; et al. Peripartum liver triglyceride and plasma metabolites in dairy cows. *J. Dairy Sci.* v. 77, p. 1521-1528, 1994.
- VIANA, R. B.; BIRGEL JÚNIOR, E. H.; AYRES, M. C.; et al. Influence of pregnancy and puerperium in the erythrocyte of Saanen goats (*Capra hircus*) raised in the State of São Paulo - Brazil. *Braz. J. Vet. Res. Anim. Sci.*, v. 40, n. 3, p. 178-184, 2003.
- VISSER, B. M.; LINN, J. G.; GODDEN, S. M.; et al. Effect of prefresh diet and post partum drenching on early lactation performance of multiparous Holstein cows. *J. Anim. Sci.*, v. 80, suppl. 1, p. 186, 2002.

WEINBERG, E.D. Pregnancy-associated immune suppression: risks and mechanisms. *Microb. Pathog.* v. 3, p. 393, 1987.

YUDKIN J., COHEN R. D. The contribution of the kidney to the removal of a lactic acid load under normal and acidotic conditions in the conscious rat. *Clin. Sci. Mol. Med.* v. 48, p. 121-131, 1975.

WEISS, D. J.; WARDROP, K. J. *Schalm's veterinary hematology*. 6. ed. Ames: Wiley-Blackwell, 2010. 1232p.

WELKER, B. Practical and appropriate fluid therapy. *Bovine Clinics.* v. 5, p. 6-8, 1985.

WELLMAN, M. L.; DiBARTOLA, S. P.; KOHN, C. W. Fisiologia aplicada de fluidos corporais em cães e gatos. In: DiBARTOLA, S.P. *Anormalidades de fluidos, eletrólitos e equilíbrio ácido-básico na clínica de pequenos animais*. 3 ed. São Paulo: Roca, 2007. p. 3-25.

WHITAKER, D. A. Metabolic profiles, In: Andrews, A. H.; Blowey, R. W.; Boyd, H.; et al. *Bovine Medicine: Diseases and Husbandry of Cattle*. 2. ed. Oxford: Wiley-Blackwell, 2004. p. 804-817

WILSON, G. D. A.; HUNTER, J. T.; DERRICK, G. H. et al. Fetal and maternal mineral concentrations in dairy cattle during late pregnancy. *J. Dairy Sci.*, v. 60, n. 6, p. 935-941, 1977.

WITTWER, F. Diagnóstico dos desequilíbrios metabólicos de energia em rebanhos bovinos. In: González, F. H. D., Barcellos, J. O.; Ospina, H.; et al. *Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais*. Porto Alegre: Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2000. p. 9-22.

WYLE, F.A.; KENT, J. R. Immunosuppression by sex steroid hormones. *Clin. Exp. Immunol.*, v. 27, p. 407, 1977.