**UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI**
**INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**
**Curso de Medicina Veterinária**

**Iara Marques de Moura**

# PARÂMETROS HEMOGASOMÉTRICOS DE BOVINOS BRAHMAN HÍGIDOS

**Unaí-MG**
**2022**

**Iara Marques de Moura**

# PARÂMETROS HEMOGASOMÉTRICOS DE BOVINOS BRAHMAN HÍGIDOS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Medicina Veterinária da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, como requisito para obtenção da conclusão do curso.

Orientadora:
Profª. Drª. Bianca Paola Santarosa

**Unaí-MG**
**2022**

**Iara Marques de Moura**

# PARÂMETROS HEMOGASOMÉTRICOS DE BOVINOS BRAHMAN HÍGIDOS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Medicina Veterinária da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, como requisito para obtenção da conclusão do curso.

Orientadora:
Profª. Drª. Bianca Paola Santarosa

DATA DE APROVAÇÃO: 21/01/2022

_____

Profª. Drª. Bianca Paola Santarosa - UFVJM

_____

Prof. Dr. Eduardo Gorzoni Fioratti - UFVJM

_____

Prof. Dr. Jenevaldo Barbosa da Silva - UFVJM

**Unaí-MG**

**2022**

**DEDICO**

Aos meus pais Elias Lenoir de Moura e Ana Maria Marques de Moura, à minha irmã Hélia Maria Marques de Moura, e à graciosa cidade de Unaí-MG, que me acolheu durante esses anos.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço imensamente a Jesus Cristo e ao Divino Espírito Santo de Deus por cumprir a promessa de me formar em Medicina Veterinária em uma universidade pública.

Agradeço aos meus pais, Elias Lenoir de Moura e Ana Maria Marques de Moura, e minha irmã, Hélia Maria Marques de Moura, por todo apoio e incentivo para lutar por esse sonho.

Ao meu noivo, Ambrósio Francisco Neto, por todo incentivo e companheirismo.

À professora e orientadora, Bianca Paola Santarosa por todo ensinamento e dedicação.

Aos professores e avaliadores Eduardo Gorzoni Fioratti e Jenevaldo Barbosa da Silva.

Agradeço eternamente a UFVJM, Campus Unaí, por todo aprendizado e momentos felizes.

Agradeço a todos os amigos de Santana de Pirapama, em especial o Matheus Fonseca Barbosa.

Agradeço a minha honrosa República, Villa 51, em especial a minha amiga Cíntia Sinfrônio por todos os momentos vividos. Por fim, agradeço a cidade de Unaí-MG e todos os amigos e colegas, em especial às minhas amigas Júlia Melo e Bruna Valadares.

Gratidão!

# RESUMO

A hemogasometria é um exame que avalia o equilíbrio hidroeletrolítico e ácido-básico e a função pulmonar, e pode ser realizada com o sangue venoso ou arterial. Os parâmetros fisiológicos podem ser influenciados pela idade, tipo de criação e pelo ambiente que os animais vivem. O objetivo deste estudo foi analisar dados hemogasométricos do sangue arterial e venoso de bovinos hígidos da raça zebuína Brahman, de machos e fêmeas, de quatro diferentes faixas etárias, no estado de São Paulo. Foram utilizados 80 bovinos, sendo 40 machos e 40 fêmeas, com idade variando entre o nascimento e 36 meses de vida. Os animais foram subdivididos em quatro grupos (oito grupos experimentais), cada um contendo 10 machos e 10 fêmeas, divididos por faixa etária: Grupo I: de 0 a 30 dias; Grupo II: de 31 dias até 6 meses; Grupo III: de 7 a 18 meses; Grupo IV: de 19 a 36 meses. Todos os animais foram avaliados clinicamente e os parâmetros vitais foram aferidos: temperatura retal (TC), frequência cardíaca (FC) e respiratória (FR). Utilizou-se aparelho portátil analisador de pH, eletrólitos e gases sanguíneos com cartuchos $EG7^+$ (I-STAT®, Abbott Laboratories, Illinois, EUA), que mensurou os valores de pH, pressão de dióxido de carbono ($PCO_2$) e pressão de oxigênio ($PO_2$), íons de sódio ($Na^+$), potássio ($K^+$), cálcio ($iCa^{+2}$), Hematócrito (Ht) e Hemoglobina (Hb), e calculou os valores de Bicarbonato ($HCO_3^-$), Dióxido de Carbono Total ($TCO_2$), Excesso de bases (EB), saturação de oxigênio ($sO_2$). Os parâmetros de TC e FR apresentaram interação entre a idade × sexo, enquanto a FC sofreu alterações somente quanto à faixa etária. Em ambos os sexos, quanto maior a idade, menor foi a FC. Para os dados hemogasométricos, somente o $PO_2$ arterial, $Na^+$ arterial e venoso mostraram interação entre idade × sexo. As variáveis pH, $PCO_2$, $sO_2$, $K^+$, $iCa^{2+}$ tanto arteriais quanto venosas mostraram efeito da faixa etária, evidenciando que a idade promoveu alterações nestes parâmetros. Quando comparados parâmetros de sangue arterial e venoso, pode-se inferir que somente pH, $Na^+$, Ht e Hb demonstraram boa correlação, por isso, pode-se obter um valor pelo outro. Já as demais variáveis se apresentaram muito dispersas, confirmando as diferenças apontadas pela literatura entre o sangue arterial e venoso. por se tratar de um trabalho com animais hígidos, esses parâmetros podem ser utilizados como referência para a raça Brahman e demais raças zebuínas criadas no Brasil.



**Palavras-chave:** bovinocultura, eletrólitos, equilíbrio ácido-básico, sangue arterial e venoso, zebuínos.

**ABSTRACT**

Blood gas is an exam that evaluates the hydroelectrolyte and acid-base balance and lung function, and can be performed with arterial or venous blood. Biological parameters can be influenced by age, type of breeding and the environment they live in. The objective of this study was to analyze arterial and venous blood gas parameters from healthy Brahman zebu cattle, male and female, of four different age groups, in the state of São Paulo. Eighty bovines were used, 40 males and 40 females, aged between birth and 36 months of age. The animals were divided into four groups (eight experimental), each one with 10 males and 10 female divided by age group: Group I: 0-30 days old; Group II: from 31 days to 6 months; Group III: from 7 to 18 months; Group IV: from 19 to 36 months. All animals were clinically evaluated, and vital parameters were measured: rectal temperature (TC), heart rate (HR) and respiratory rate (RR). Portable and complete pH, electrolyte, and blood gas equipment with $EG7^+$ cartridges (I-STAT®, Laboratories, Illinois, USA) were used, which measured pH, carbon dioxide pressure ($PCO_2$) and oxygen pressure ($PO_2$), sodium ($Na^+$), potential ($K^+$), ionized calcium ($iCa^{+2}$), Hematocrit (Ht) and Hemoglobin (Hb), and calculated the values of Bicarbonate ($HCO_3^-$), Total Carbon Dioxide ($TCO_2$), Base excess (EB), oxygen saturation ($sO_2$). The age parameters between CT and FR, while age × sex changed only in terms of age group. In both sexes, the older the age, the lower the HR. For blood gas data, only arterial $PO_2$, arterial $Na^+$ and venous interaction between age × sex. As variables pH, $PCO_2$, $sO_2$, $K^+$, $iCa^{+2}$ and arterial were projected for the effect of age group, evidence that promoted changes in these parameters. compared pH, a parameter of arterial and venous blood can be inferred that only pH, actually good, can be measured, therefore, it can be obtained. The other characteristics were very dispersed, confirming the differences pointed out in the literature between arterial and venous blood. as it is a work with altered animals, these can be used as a reference for the Brahman breed and other zebu breeds created in Brazil.

**Keywords:** cattle, electrolytes, acid-base balance, arterial and venous blood, zebu.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Correlação do pH, $HCO_3^-$ (mmol/L), $PCO_2$ (mmHg) e $TCO_2$ (mmol/L) do sangue venoso e arterial de bovinos hígidos da raça Brahman (n = 80). ..... 15
Figura 2 - Correlação do $PO_2$ (mmHg), $sO_2$ (%), Ht (%) e Hb (g/dL) do sangue venoso e arterial de bovinos hígidos da raça Brahman (n = 80). ..... 16
Figura 3 - Correlação do $Na^+$ (mmol/L), $K^+$ (mmol/L), e $iCa^{+2}$ (mmol/L) do sangue venoso e arterial de bovinos hígidos da raça Brahman (n = 80). ..... 17

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Peso vivo, temperatura corporal, frequência cardíaca e respiratória de bovinos hígidos da raça Brahman, machos e fêmeas, de diferentes faixas etárias divididos em quatro grupos experimentais. ..... 12

Tabela 2 - Valores das variáveis pH, $PCO_2$, $PO_2$, BE, $HCO_3^-$, $TCO_2$, $sO_2$, de amostras de sangue arterial e venoso de bovinos hígidos da raça Brahman, machos e fêmeas, de diferentes faixas etárias divididos em quatro grupos experimentais. ..... 13

Tabela 3 - Valores das variáveis $Na^+$, $K^+$, $iCa^{+2}$, Hematócrito e Hemoglobina de amostras de sangue arterial e venoso de bovinos hígidos da raça Brahman, machos e fêmeas, de diferentes faixas etárias divididos em quatro grupos experimentais. ..... 14

**SUMÁRIO**

**1. INTRODUÇÃO** ..... 8
**2. METODOLOGIA** ..... 10
**3. RESULTADOS** ..... 12
**4. DISCUSSÃO** ..... 18
**5. CONCLUSÃO** ..... 21
**REFERÊNCIAS** ..... 22

# 1. INTRODUÇÃO

São inúmeras enfermidades que afetam a composição dos gases sanguíneos e alteram os parâmetros do equilíbrio hidroeletrolítico e ácido-básico em bovinos, que podem ser detectados pela hemogasometria. Esse exame laboratorial oferece resultado preciso, de forma rápida e muito prático a campo. O diagnóstico é fidedigno e auxilia no tratamento e prognóstico das diversas enfermidades que provocam desidratação, como diarreias, hemoparasitoses, broncopneumonias, deslocamento de abomaso, endotoxemias, retenção dos anexos fetais, entre outros. Além do desequilíbrio hídrico, essas doenças causam paralelamente distúrbios ácido-básicos e eletrolíticos. Embora seja frequente na bovinocultura de corte e leite, o tratamento destas afecções quase nunca é adequado, pois a administração de antibióticos e anti-inflamatórios não corrige esses distúrbios, que são as principais causas da alta taxa de mortalidade na pecuária (SUCUPIRA & ORTOLANI, 2003; FREITAS et al., 2010).

Ambos os tipos de amostragens, seja ela de sangue arterial ou venoso, podem ser utilizadas para diagnosticar as diversas enfermidades, embora tenham algumas diferenças entre valores de gases nos diferentes tipos de amostras (FISHER et al., 1980). No sangue venoso o pH e a $pO_2$ tem níveis mais baixos comparado ao sangue arterial. Já o sangue arterial tem níveis de $pCO_2$ e $HCO_3^-$ mais baixos que o sangue venoso. Em relação ao procedimento de colheita de sangue, a punção venosa é considerada a mais facilitada na rotina, comparada à arterial (DiBARTOLA, 1992).

O desenvolvimento de ferramentas utilizadas para análises dos gases sanguíneos e do pH a campo estão disponíveis no mercado (FISHEMAN, 1992). Equipamentos portáteis foram validados para uso veterinário em bovinos, equinos e ovinos, mostrando-se eficazes para examinar amostras de sangue venoso desses animais (PEIRÓ et al., 2010).

Lisboa et al. (2002) estudaram o equilíbrio ácido-básico em bovinos neonatos da raça Holandesa Preta e Branca (HPB), e descreveram quadro de desenvolvimento de acidose mista durante as primeiras 24 horas de vida. Justamente neste período de vida é quando ocorrem as maiores taxas de mortalidade, sendo relacionadas às enfermidades mais comuns que provocam desequilíbrios hidroeletrolíticos e ácido-básicos, como as pneumonias e diarreias (BLEUL et al., 2007; DANTAS et al., 2019). Sendo assim, a hemogasometria é uma ferramenta essencial para auxiliar na sobrevida desses animais, bem como estabelecer padrões de referência para a

faixa etária, raça e manejo é muito relevante para atingir êxito no tratamento (Mohri et al. 2007; Dillane et al., 2018).

Diversos estudos foram realizados com bovinos de corte e leite, de diferentes idades, porém com o enfoque de descrever achados patológicos referentes a determinada afecção (HOMEROSKY et al., 2016, GARTNER et al., 2019). Dillane et al. (2018) realizaram um estudo com diferentes raças de aptidão de leite (HPB, Jersey, Norwegian Red), corte (Aberdeen Angus, Limousin e Belgian Blue) e faixas etárias para estabelecer padrão de referência, em determinado tipo de criação. No entanto, não há estudos que tenham estabelecido padrões para bovinos hígidos da raça zebuína Brahman.

A raça Brahman é sintética, de origem americana, formada a partir do cruzamento de outros zebus: Gir, Guzerá, Nelore e Khrisna Valley. Considera-se o zebuíno com alto índice de criação no mundo, pois está em mais de 80 países, sendo utilizado na pecuária em toda a América Latina, Ásia, África e Oceania. Na Austrália, mais de 80% do gado são Brahman ou seus cruzamentos. A raça vem ganhando destaque, pois sua morfologia é surpreendente para produção de carne, o tórax é profundo, as costelas são bem espaçadas e a extensão gastrointestinal garante bom aproveitamento da ingesta. De acordo com a Associação dos Criadores de Brahman do Brasil (ACBB, 2021) essas características justificam a boa conversão alimentar, habilidade materna e rendimento de carcaça, que são fundamentais para sucesso da produção. Diante da escassez de trabalhos que tenham estudado os bovinos Brahman no Brasil, este trabalho teve como objetivo analisar parâmetros hemogasométricos do sangue arterial e venoso de bovinos hígidos da raça zebuína Brahman, de machos e fêmeas, de quatro diferentes faixas etárias.

## 2. METODOLOGIA

O trabalho foi submetido aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (FMVZ) da Universidade Estadual Paulista (UNESP), Campus Botucatu, estado de São Paulo, Brasil (protocolo nº 110/2011 – CEUA).

O estudo foi conduzido em uma propriedade (Agropecuária W2R) de criação comercial de bovinos da raça Brahman Puros de Origem (Bos indicus), localizada (S: 23°04’34.7’’/ W: 48°27’12.2’’) no município de Pardinho, região Centro Oeste do Estado de São Paulo, com 180 hectares de pasto formado principalmente por *Brachiaria* sp, com predomínio do sistema semi-intensivo.

Foram utilizados 80 bovinos hígidos da raça Brahman (*Bos indicus*), 40 machos e 40 fêmeas, com idade variando entre o nascimento e 36 meses de vida. Os animais foram subdivididos em quatro grupos (oito grupos experimentais), cada um contendo 10 machos e 10 fêmeas, divididos por faixa etária: Grupo I: de 0 a 30 dias; Grupo II: de 31 dias até 6 meses; Grupo III: de 7 a 18 meses; Grupo IV: de 19 a 36 meses.

A alimentação suplementar ao pasto era fornecida no “creep-feeding”, consistindo em feno triturado de capim tifton (*Cynodon dactylon*) a 1% do peso vivo (PV), silagem de milho (3% PV) e ração comercial própria para bezerro (1% PV) para o Grupo I e II. O sal mineral era disposto em cocho coberto, e água proveniente de poço artesiano da propriedade, ambos fornecidos *ad libitum*.

Os bovinos eram desverminados a cada seis meses com levamisol e o controle de ectoparasitas com doramectina. O calendário de vacinação composto por Febre Aftosa, Clostridioses, Brucelose para as fêmeas de três a oito meses de idade (B19) e contra abortamentos infecciosos (Rinotraqueíte infecciosa bovina, Diarreia viral bovina, Campilobacteriose e Leptospirose). Semestralmente era realizado o monitoramento de diagnóstico sorológico (Antígeno Acidificado Tamponado) de Brucelose nos animais acima de 24 meses, e acima de dois meses de idade era feito o Teste de Tuberculina da Prega caudal, conforme as recomendações do PNCEBT (BRASIL, 2006).

Todos os animais foram pesados em balança comercial e submetidos ao exame físico imediatamente antes do início da colheita das amostras. Para garantir a saúde dos animais e inclusão no estudo, todos foram avaliados clinicamente, desde o histórico prévio até a aferição dos parâmetros vitais. As informações foram anotadas em fichas clínicas individuais contendo

os parâmetros vitais de temperatura retal (ºC), frequência cardíaca (bpm) e respiratória (mpm) segundo Feitosa & Benesi (2014) e Feitosa (2014), e os resultados anotados em fichas individuais.

Após assepsia local com álcool iodado, as colheitas de sangue foram realizadas pela punção da veia Jugular e artéria Coccígea Média. Foram colhidos 1mL de sangue venoso e 1mL de arterial, em seringa de polietileno previamente heparinizada com heparina sódica (Hemofol®, Cristália Produtos Farmacêuticos Ltda., São Paulo-SP), acoplada a uma agulha 30x7mm (BD®, BD Medical, Curitiba-PR, Brasil) e posteriormente vedada com borracha. Foi realizada, imediatamente após a colheita, a avaliação hemogasométrica em aparelho portátil analisador de pH, eletrólitos e gases sanguíneos com cartuchos $EG7^+$ (I-STAT®, Abbott Laboratories, Illinois, EUA). O cartucho mensurou os valores de pH, pressão de dióxido de carbono ($PCO_2$) e pressão de oxigênio ($PO_2$), íons de sódio ($Na^+$), potássio ($K^+$), cálcio ($iCa^{+2}$), Hematócrito (Ht) e Hemoglobina (Hb), e calculou os valores de Bicarbonato ($HCO_3^-$), Dióxido de Carbono Total ($TCO_2$), Excesso de bases (EB), saturação de oxigênio ($sO_2$).

Para todas as variáveis analisadas, o animal foi considerado a unidade experimental. Todos os dados foram analisados utilizando o procedimento PROC MIXED da SAS (Versão 9.4; SAS Inst. Inc.; Cary, NC) e a aproximação Kenward-Roger foi calculada para determinar o denominador df para o teste de efeitos fixos. Para a análise, a declaração modelo continha o efeito da interacção sexo, idade, e sexo por idade. Os dados foram analisados utilizando o animal como variável aleatória, enquanto o termo especificado para a afirmação repetida era o tempo da amostra e o sujeito era o animal (grupos). A estrutura de covariância utilizada foi heterogénea e autoregressiva, o que proporcionou o melhor ajuste para estas análises considerando o menor critério de informação Akaike corrigido. Para a análise de correlação e obtenção do R2 foi utilizado o PROC CORR. Os resultados foram reportados como o meio menos quadrado e para todos os dados significativos foi fixado em $P \leq 0,05$.

## 3. RESULTADOS

Na Tabela 1, verificou-se interação entre sexo e idade para as variáveis peso vivo (PV), temperatura corporal (TC), e frequência respiratória (FR). Já para frequência cardíaca (FC), não houve interação sexo e idade. Em relação à faixa etária, entre os grupos analisados, houve diferença em todas as variáveis. A TC em animais mais jovens mostrou mais elevada, comparada a animais adulto. Isso também foi notado para a FC, nos animais do grupo I e grupo II, de ambos os sexos, apresentaram maiores valores de FC. Na FR o grupo I de ambos os sexos se mostraram iguais e superior ao grupo II de ambos os sexos. Já o grupo III de machos, foi semelhante ao grupo IV de machos e ao grupo IV de fêmeas, apesar da média de FR grupo IV de machos ser diferente do grupo IV de fêmeas. No quesito sexo, houve interação somente para a TC.

Tabela 1 - Peso vivo (PV – kg), temperatura corporal (TC – ºC), frequência cardíaca (FC – bpm) e respiratória (FR – mpm) de bovinos hígidos da raça Brahman, machos e fêmeas, de diferentes faixas etárias divididos em quatro grupos experimentais.

| Variáveis | Machos | | | | Fêmeas | | | | EPM | Valor de P | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | I | II | III | IV | I | II | III | IV | | Sexo | Idade | S × I |
| PV | 67,2$^{a}$ | 165,7$^{b}$ | 340,9$^{c}$ | 556,9$^{d}$ | 70,4$^{a}$ | 132,5$^{b}$ | 311,50$^{c}$ | 701,4$^{e}$ | 25,34 | 0,2480 | <0,0001 | **0,0022** |
| TC | 39,51$^{a}$ | 39,31$^{a}$ | 38,18$^{c}$ | 39,26$^{a}$ | 39,87$^{a}$ | 39,47$^{a}$ | 39,42$^{a}$ | 38,97$^{b}$ | 0,16 | 0,0013 | <0,0001 | **<0,0001** |
| FC | 116,4$^{A}$ | 107,6$^{A}$ | 73,6$^{B}$ | 82,6$^{B}$ | 115,0$^{A}$ | 106,0$^{A}$ | 73,8$^{B}$ | 78,0$^{B}$ | 5,25 | 0,6202 | <0,0001 | 0,9745 |
| FR | 40,4$^{a}$ | 35,2$^{b}$ | 25,2$^{cd}$ | 29,6$^{c}$ | 41,4$^{a}$ | 35,2$^{b}$ | 36,8$^{b}$ | 22,8$^{d}$ | 1,85 | 0,2703 | <0,0001 | **<0,0001** |

$^{A,B}$ letras maiúsculas conotam efeito de idade dentro dos grupos (macho ou fêmea); $^{a,b}$ letras minúsculas denotam diferenças entre tratamentos considerando a interação entre grupo e idade (S × I).

Os resultados expressos na Tabela 2 relacionaram as variáveis de sangue arterial e venoso. Houve interação entre sexo e idade apenas para a $PO_2$ do sangue arterial. Analisando individualmente as variáveis, apresentaram diferença entre as faixas etárias o pH arterial, $PCO_2$ arterial, $PO_2$ arterial e $sO_2$ arterial. Para o sexo houve diferença em $PCO_2$ arterial e $PO_2$ arterial. Por outro lado, o sangue venoso apresentou apenas diferença nas faixas etárias nas variáveis: pH venoso, $PCO_2$ venoso e $sO_2$ venoso.

Tabela 2 - Valores das variáveis pH, $PCO_2$ (mmHg), $PO_2$ (mmHg), BE (mmol/L), $HCO_3^-$ (mmol/L), $TCO_2$ (mmol/L), $sO_2$ (%), de amostras de sangue arterial e venoso de bovinos hígidos da raça Brahman, machos e fêmeas, de diferentes faixas etárias divididos em quatro grupos experimentais.

| Variáveis | Machos | | | | Fêmeas | | | | EPM | Valor de P | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | I | II | III | IV | I | II | III | IV | | Sexo | Idade | S × I |
| Arterial | | | | | | | | | | | | |
| pH | $7,39^{B}$ | $7,47^{A}$ | $7,47^{A}$ | $7,46^{A}$ | $7,36^{B}$ | $7,49^{A}$ | $7,47^{A}$ | $7,48^{A}$ | 0,01 | 0,9569 | <0,0001 | 0,0990 |
| $PCO_2$ | $44,57^{A}$ | $37,29^{B}$ | $37,38^{B}$ | $38,81^{B}$ | $43,88^{A}$ | $37,04^{B}$ | $34,35^{B}$ | $33,23^{B}$ | 1,37 | 0,0164 | <0,0001 | 0,1983 |
| $PO_2$ | $71,40^{d}$ | $84,10^{b}$ | $79,50^{bcd}$ | $78,60^{bcd}$ | $74,00^{cd}$ | $82,40^{bc}$ | $95,10^{a}$ | $90,90^{a}$ | 3,47 | 0,0045 | 0,0004 | **0,0501** |
| BE | 2,30 | 3,70 | 4,20 | 4,00 | 1,88 | 4,60 | 3,38 | 1,20 | 1,13 | 0,3029 | 0,1881 | 0,3637 |
| $HCO_3^-$ | 26,69 | 26,81 | 27,37 | 27,12 | 24,65 | 27,52 | 26,34 | 24,35 | 1,04 | 0,0908 | 0,3709 | 0,3780 |
| $TCO_2$ | 27,90 | 27,60 | 28,50 | 28,10 | 25,80 | 28,60 | 27,38 | 25,20 | 1,08 | 0,1038 | 0,4383 | 0,3120 |
| $sO_2$ | $92,50^{B}$ | $95,40^{A}$ | $95,40^{A}$ | $94,80^{A}$ | $91,67^{B}$ | $95,50^{A}$ | $96,60^{A}$ | $96,80^{A}$ | 0,53 | 0,1058 | <0,0001 | 0,0563 |
| Venoso | | | | | | | | | | | | |
| pH | $7,36^{B}$ | $7,40^{A}$ | $7,40^{A}$ | $7,39^{A}$ | $7,32^{B}$ | $7,41^{A}$ | $7,40^{A}$ | $7,42^{A}$ | 0,01 | 0,6054 | <0,0001 | 0,0688 |
| $PCO_2$ | $52,21^{A}$ | $49,20^{B}$ | $46,07^{B}$ | $47,94^{B}$ | $53,35^{A}$ | $46,71^{B}$ | $45,26^{B}$ | $42,59^{B}$ | 1,46 | 0,0725 | <0,0001 | 0,1583 |
| $PO_2$ | 36,50 | 36,20 | 35,50 | 36,67 | 36,90 | 38,20 | 41,30 | 35,11 | 1,58 | 0,1459 | 0,4695 | 0,1396 |
| BE | 4,20 | 5,60 | 4,00 | 4,20 | 1,89 | 4,40 | 5,13 | 2,70 | 0,95 | 0,1423 | 0,1235 | 0,3143 |
| $HCO_3^-$ | 29,05 | 29,82 | 28,55 | 28,59 | 27,36 | 28,54 | 29,09 | 26,81 | 0,82 | 0,0771 | 0,2865 | 0,4922 |
| $TCO_2$ | 30,40 | 31,30 | 30,00 | 30,00 | 28,78 | 29,80 | 30,34 | 28,10 | 0,85 | 0,0633 | 0,3198 | 0,5680 |
| $sO_2$ | $57,20^{B}$ | $60,10^{A}$ | $62,20^{A}$ | $62,60^{A}$ | $53,60^{B}$ | $63,20^{A}$ | $60,90^{A}$ | $63,00^{A}$ | 3,15 | 0,6075 | 0,0286 | 0,5774 |

$^{A,B}$ letras maiúsculas conotam efeito de idade dentro dos grupos (macho ou fêmea); $^{a,b}$ letras minúsculas denotam diferenças entre tratamentos considerando a interação entre grupo e idade (S × I).

A Tabela 3 apresentou interação entre sexo e idade apenas na variável $Na^+$, de ambas as amostras sanguíneas analisadas, a interação entre a amostra de sangue venoso versos a do sangue arterial teve diferença de valores em torno de 0,0027. Para o quesito idade houve diferença em todas as variáveis de sangue arterial e venoso. Para o sexo, os resultados de $K^+$ de ambas as amostras e a variável $iCa^{+2}$ venosa mostraram diferença.

Para os valores de Ht e Hb (Tabela 3) houve apenas o efeito da idade, e em ambos os tipos sanguíneos o comportamento foi semelhante. Em relação às diferenças entre as faixas etárias, os animais mais jovens apresentaram maiores valores que os adultos tanto para Ht quanto para Hb.

Tabela 3 - Valores das variáveis $Na^+$ (mmol/L), $K^+$ (mmol/L), $iCa^{+2}$ (mmol/L), Hematócrito (Ht - %) e Hemoglobina (Hb – g/dL) de amostras de sangue arterial e venoso de bovinos hígidos da raça Brahman, machos e fêmeas, de diferentes faixas etárias divididos em quatro grupos experimentais.

| Variáveis | Machos | | | | Fêmeas | | | | EPM | Valor de P | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | I | II | III | IV | I | II | III | IV | | Sexo | Idade | S × I |
| Arterial | | | | | | | | | | | | |
| $Na^+$ | $138,80^{bc}$ | $138,50^{c}$ | $138,70^{c}$ | $140,00^{b}$ | $138,80^{b}$ | $138,40^{c}$ | $142,40^{a}$ | $140,10^{b}$ | 0,48 | 0,0076 | <0,0001 | **0,0002** |
| $K^+$ | $4,14^{A}$ | $3,61^{B}$ | $3,78^{B}$ | $3,60^{B}$ | $3,96^{A}$ | $3,49^{B}$ | $3,39^{B}$ | $3,37^{B}$ | 0,10 | 0,0012 | <0,0001 | 0,5440 |
| $iCa^{2+}$ | $1,16^{A}$ | $0,85^{B}$ | $0,93^{B}$ | $0,87^{B}$ | $1,10^{A}$ | $0,89^{B}$ | $0,73^{B}$ | $0,72^{B}$ | 0,06 | 0,0237 | <0,0001 | 0,1497 |
| Ht | $29,70^{A}$ | $25,10^{AB}$ | $26,00^{AB}$ | $23,70^{B}$ | $28,60^{A}$ | $28,20^{AB}$ | $25,60^{AB}$ | $23,30^{B}$ | 1,31 | 0,7472 | 0,0011 | 0,2492 |
| Hb | $10,10^{A}$ | $8,53^{AB}$ | $8,83^{AB}$ | $8,06^{B}$ | $9,99^{A}$ | $8,72^{AB}$ | $8,71^{AB}$ | $7,94^{B}$ | 0,45 | 0,7274 | 0,0011 | 0,2507 |
| Venoso | | | | | | | | | | | | |
| $Na^+$ | $138,90^{c}$ | $138,60^{c}$ | $139,20^{bc}$ | $140,50^{b}$ | $139,30^{bc}$ | $138,90^{c}$ | $142,40^{a}$ | $140,10^{bc}$ | 0,50 | 0,0151 | 0,0002 | **0,0029** |
| $K^+$ | $4,30^{A}$ | $3,71^{B}$ | $3,92^{B}$ | $3,85^{B}$ | $4,18^{A}$ | $3,67^{B}$ | $3,64^{B}$ | $3,62^{B}$ | 0,09 | 0,0092 | <0,0001 | 0,5345 |
| $iCa^{2+}$ | $1,11^{A}$ | $1,03^{AB}$ | $0,98^{AB}$ | $0,89^{B}$ | $1,02^{A}$ | $0,99^{AB}$ | $0,96^{AB}$ | $0,92^{B}$ | 0,05 | 0,3960 | 0,0371 | 0,3965 |
| Ht | $30,50^{A}$ | $28,10^{A}$ | $27,10^{AB}$ | $24,90^{B}$ | $28,90^{A}$ | $30,90^{A}$ | $28,20^{AB}$ | $26,40^{B}$ | 1,29 | 0,3005 | 0,0075 | 0,3848 |
| Hb | $10,37^{A}$ | $9,55^{A}$ | $9,22^{AB}$ | $8,46^{B}$ | $9,81^{A}$ | $10,52^{A}$ | $9,58^{AB}$ | $8,98^{B}$ | 0,44 | 0,3006 | 0,0075 | 0,3637 |

$^{A,B}$ letras maiúsculas conotam efeito de idade dentro dos grupos (macho ou fêmea); $^{a,b}$ letras minúsculas denotam diferenças entre tratamentos considerando a interação entre grupo e idade (S × I).

Houve correlação média de pH sanguíneo ($R^2$= 0,5822), por isso a equação pode ser aplicada se houver o resultado do pH venoso, pode-se obter o valor do sangue arterial e vice-versa (Figura 1). As comparações do $HCO_3^-$ ($R^2$= 0,3032), $PCO_2$ ($R^2$= 0,3422), $TCO_2$ ($R^2$= 0,2543) foram baixas, por isso os valores de sangue arterial não corresponderam ao venoso (Figura 1).

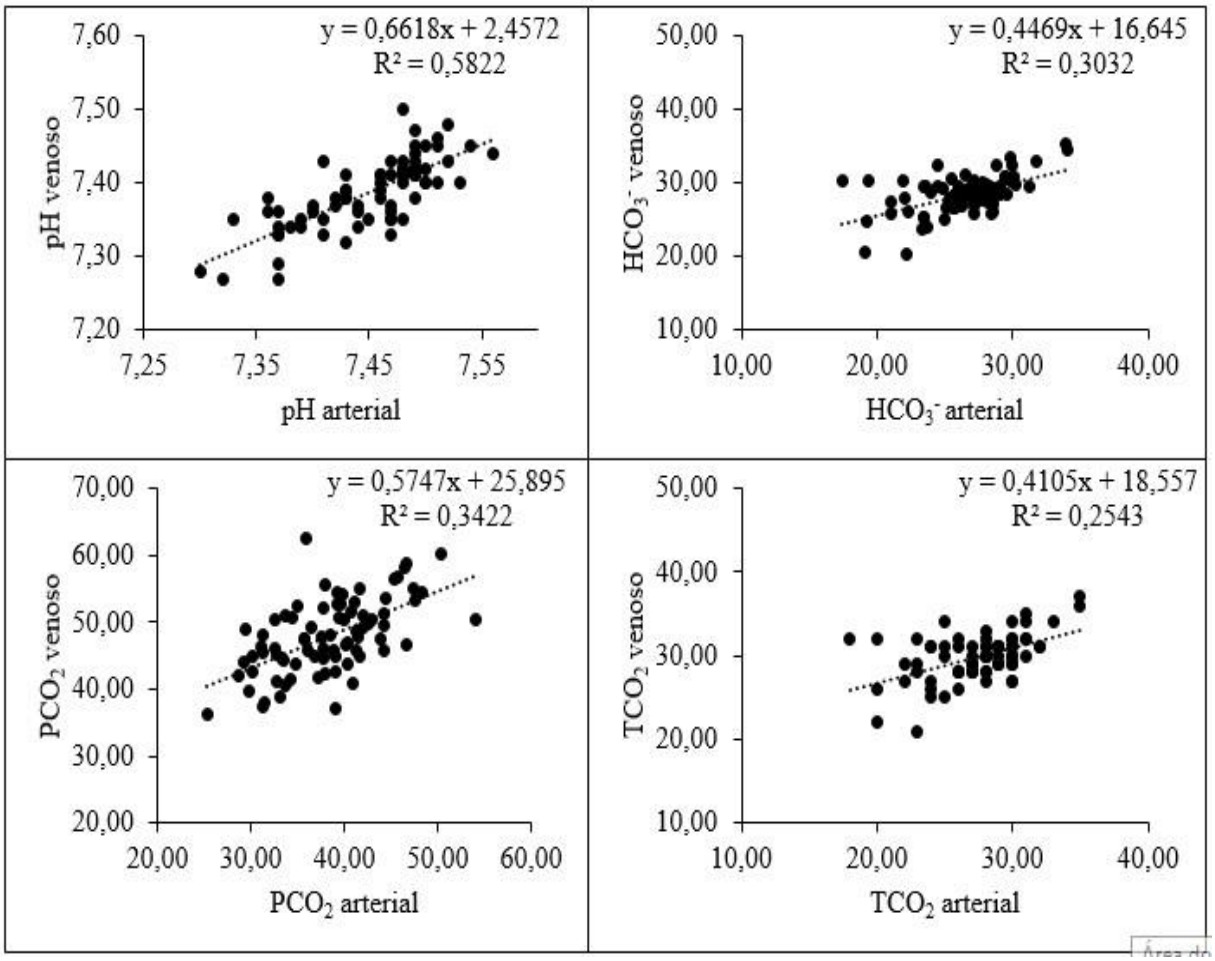


Figura 1 - Correlação do pH, $HCO_3^-$ (mmol/L), $PCO_2$ (mmHg) e $TCO_2$ (mmol/L) do sangue venoso e arterial de bovinos hígidos da raça Brahman (n = 80).

No caso das correlações de $PO_2$ ($R^2$= 0,0302) e $sO_2$ ($R^2$= 0,0666), também foram baixas, portanto, se nota os pontos distantes da linha, ou seja, a dispersão é muito grande e justifica o $R^2$ próximo ao zero (Figura 2). Já as correlações que analisaram os íons $Na^+$ ($R^2$ = 0,7195 – Figura 3), Ht ($R^2$ = 0,7003 – Figura 2) e a Hb ($R^2$ = 0,6991 - Figura 2) os valores de $R^2$ mostraram boa correlação entre o sangue arterial e venoso. Diferentemente dos anteriores, os valores de $R^2$ dos íons $K^+$ ($R^2$ = 0,3558) e $iCa^{+2}$ ($R^2$ = 0,0775) foram muito baixos (Figura 3), portanto, não se pode estimar a concentração destes elementos no sangue arterial pelo valor do sangue venoso, ou vice-versa.

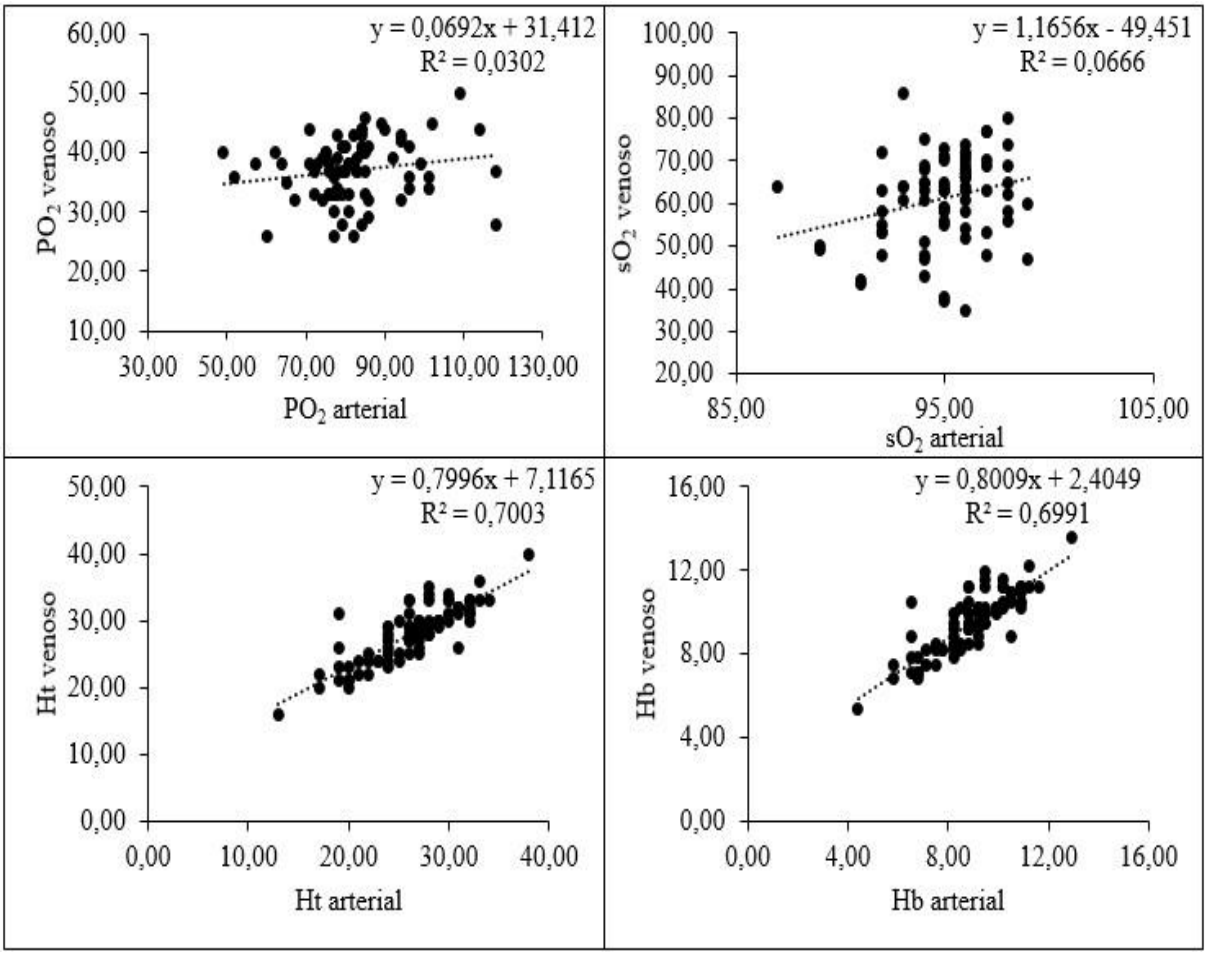


Figura 2 - Correlação do $PO_2$ (mmHg), $SO_2$ (%), Ht (%) e Hb (g/dL) do sangue venoso e arterial de bovinos hígidos da raça Brahman (n = 80).

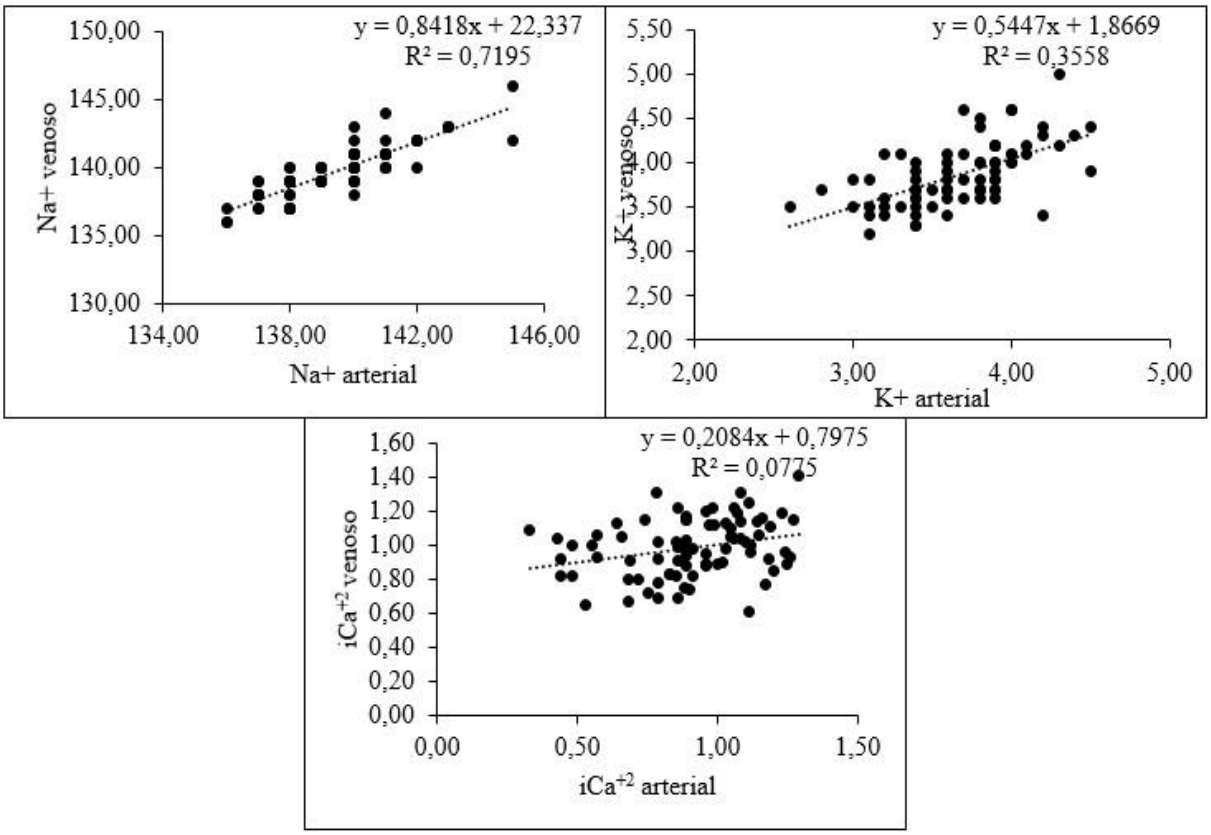


Figura 3 - Correlação do $Na^{+}$ (mmol/L), $K^{+}$ (mmol/L), e $iCa^{+2}$ (mmol/L) do sangue venoso e arterial de bovinos hígidos da raça Brahman (n = 80).

## 4. DISCUSSÃO

Conforme observado na Tabela 1, os valores de temperatura (TC), frequência respiratória (FR) e frequência cardíaca (FC) apresentaram variações para alguns grupos. Estes parâmetros são propensos a diversas influências, desde fatores intrínsecos como a idade, sexo, raça, condição fisiológica, função reprodutiva da fêmea (DIRKSEN et al., 1993; CARVALHO et al., 1995; FERREIRA et al., 2006; CUNNINGHAM, 2008), bem como de fatores extrínsecos como a temperatura ambiental, umidade, estação do ano, esforço físico, alimentação e radiação solar (CARVALHO et al.,1995, DIRKSEN et al., 1993).

As médias dos valores de TC estavam de acordo com os parâmetros fisiológicos para bovinos jovens (38,5ºC a 39,5ºC) e adultos (37,8ºC a 39,2ºC), exceto o Grupo III de machos (38,1ºC), que apresentou média limítrofe inferior, e o G1 de fêmeas (39,8ºC) que ficou acima do limite superior (FEITOSA, 2014). Este fato corroborou com Cunha et al. (2007), que encontraram temperaturas médias de 39,8ºC em bezerros mestiços holandeses e zebuínos mantidos ao céu aberto no período da tarde.

O Grupo I (Tabela 1) apresentou valores de FR diferentes dos estabelecidos para bovinos por Dirksen et al. (1993) e Feitosa (2014), que são de 24 a 36mpm para bovinos. Cunha et. al (2007), Silva et. al. (2005) e Eigenberg et al. (2005) relataram FR acima dos parâmetros normais em bovinos, em resposta do organismo animal para dissipar o calor e regular a temperatura corporal. Enquanto Almeida Neto et al. (2014) relataram que valores inferiores a 60 mpm indicam inexistência de estresse térmico e adaptação dos bovinos em regular sua temperatura corporal. De acordo com Dirksen et al. (1993), a frequência respiratória está propensa às condições individuais e é resultante de diversos fatores, como o esforço físico e exercícios, bem como de condições ambientais e da capacidade em dissipar o calor e regular a temperatura corporal (EIGENBERG et al., 2005; CUNHA et al, 2007).

Os valores de FC do Grupo I, de ambos os sexos, estavam abaixo dos valores citados por Gasparelli (2007) e Lisboa et al. (2003), que são respectivamente 122,2±19,3 bpm para raça Nelore e 127,2±22,2 bpm para raça Holandesa em bezerros neonatos. Entretanto, os valores dos grupos III e IV se encontraram dentro dos padrões estabelecidos por Dirksen et al. (1993) para bovinos jovens (70 a 90 bpm), no entanto, o grupo G1 apresentou valores superiores para bezerros lactantes, que é de 90 a 110 bpm.

No presente estudo foram encontradas diferenças significativas entre as amostras de sangue venoso e arterial, confirmando os argumentos citados por Kaneko et al., (2008), de que o sangue arterial apresenta maiores valores de pH e $pO_2$ em comparação com os valores elevados de $pCO_2$, $TCO_2$ e $HCO_3^-$ presentes no sangue venoso. Os valores de pH e $pCO_2$ podem estar correlacionados em razão da eliminação de $CO_2$ acumulado, para estabelecimento do equilíbrio ácido-básico (SUCUPIRA & ORTOLANI, 2003). De acordo com Ortolani (2003), o pH do sangue venoso apresenta cerca de 0,5 unidade abaixo do sangue arterial em razão dos maiores teores de $CO_2$ presentes no sangue venoso, resultados que também foram observados na Tabela 2. A $PCO_2$ é inversamente proporcional à ventilação pulmonar e diretamente proporcional ao pH sanguíneo, uma vez que a $PCO_2$ aumenta linearmente em conjunto com o pH sanguíneo e o $CO_2$ total (CORREA et al., 2009).

Os valores de pH do sangue venoso no Grupo I (Tabela 1) se mostraram diferentes dos demais grupos e inferiores aos parâmetros estabelecidos por Dirksen et al. (1993), que são de 7,40 a 7,46. Contudo, os resultados foram próximos aos encontrados por Lisboa et al. (2002) em estudos realizados com bezerras HPB no primeiro mês de vida. Trefz et al. (2012) realizaram um estudo retrospectivo em bezerros diarreicos com acidemia e demonstraram que os animais com até uma semana de vida apresentaram maior aptidão para o acidificante L-láctico, quando comparados com bezerros mais velhos. Corroborando com estudos anteriores (NAYLOR, 1987; NAYLOR, 1989; GROVE-WHITE & WHITE, 1993; KOCH & KASKE, 2008) que apontaram que os bezerros diarreicos com mais de uma semana apresentaram déficit de base mais alto, quando comparados com bezerros com menos de uma semana. Segundo Dirksen et al. (1993), os bezerros recém-nascidos podem apresentar acidose causada por hipóxia, com pH do sangue abaixo de 7,2, o qual é corrigido ao longo dos primeiros dias de vida. De acordo com Gomes et al. (2021), a acidose deve ser determinada somente quando os valores de pH sanguíneos estão inferiores a 7,2 ou quando o excesso de base (BE) está acima de 10 mmol/L.

Neste estudo, os resultados de $pO_2$ arterial mostraram interação entre sexo e idade, entretanto, os valores de $pO_2$ venoso apresentaram interação somente para a idade. Estes resultados diferem dos encontrados por Lisboa et al. (2002), que mostraram que a idade não exerceu influência nos valores de $pO_2$ venoso, exceto para os animais nos primeiros dias de vida que apresentaram tendências de $pO_2$ correlacionados com a idade. Nos gráficos 5 e 6 é possível notar baixa correlação e dispersão dos valores para as variáveis de $pO_2$ e $sO_2$. Desta forma, a estimativa de $pO_2$ através do sangue venoso é ineficiente em razão da discrepância dos valores

(FISHER et al., 1980), e devido o sangue venoso não representar as mudanças fisiológicos fundamentadas em alterações de ventilação pulmonar (ANGELO et al., 1996).

Nas amostras sanguíneas houve interação entre sexo e idade para as variáveis $K^+$ e $iCa^{+2}$ (Tabela 3). Os valores de $iCa^{+2}$ e $K^+$ do Grupo I se mostraram superiores aos demais grupos. Em concordância com Dirksen et al. (1993), que descreveram que as concentrações plasmáticas de cálcio podem estar aumentadas em bezerros recém-nascidos, e em animais em crescimento (BRAITHWAITE, 1982). A tendência é que os valores aumentados reduzam ao longo dos três primeiros meses de idade (DIRKSEN et al., 1993). Todavia, Gionbelli et al. (2016) sugeriram que o equilíbrio e a distribuição dos níveis de cálcio dependem do pH, da relação ácido-base e da concentração de albumina, uma vez que podem ocorrer aumentos na forma ionizada do cálcio quando a acidose está presente. Enquanto os íons $K^+$, $Na^+$ e $Cl^-$ são importantes no equilíbrio ácido-base de modo a contribuírem para o fornecimento de cargas positivas e negativas (SANCHEZ et al., 1994).

Em relação às médias de Ht e Hb, no sangue venoso, o Grupo IV de machos e fêmeas apresentaram valores limítrofes inferiores, enquanto as médias dos demais Grupos se apresentaram dentro dos valores de referência (Ht: 24-46%; Hb: 8-15g/dL) segundo Jain (1993) e Meyer e Harvey (2004). Entretanto, não se deve considerar esses animais anêmicos, visto que o aparelho portátil de hemogasometria tende a subestimar os valores de Ht e Hb em torno de 10 a 15% em ruminantes, de acordo com o estudo de Peiró et al. (2010). Sendo assim, esses parâmetros hematológicos confirmaram a higidez dos bovinos Brahman utilizados neste estudo.

## 5. CONCLUSÃO

Os parâmetros de TC e FR de bovinos da raça Brahman apresentaram interação entre a idade × sexo, enquanto a FC sofreu alterações somente quanto à faixa etária. Em ambos os sexos, quanto maior a idade, menor foi a FC. Para os dados hemogasométricos, somente o PO2 arterial, Na+ arterial e venoso mostraram interação entre idade × sexo. As variáveis pH, PCO2, SO2, K+, iCa2+ tanto arteriais quanto venosas mostraram efeito da faixa etária, evidenciando que a idade promoveu alterações nestes parâmetros. Quando comparados parâmetros de sangue arterial e venoso, pode-se inferir que somente pH, Na+, Ht e Hb demonstraram boa correlação, por isso, pode-se obter um valor pelo outro. Já as demais variáveis se apresentaram muito dispersas, confirmando as diferenças apontadas pela literatura entre o sangue arterial e venoso. Por fim, por se tratar de um trabalho com animais hígidos, esses parâmetros podem ser utilizados como referência para a raça Brahman, e demais raças zebuínas criadas no Brasil.

# REFERÊNCIAS


ANGELO, VG.; ANGELOV, A.; SLAVOV, E.; SPASSOVA, V. Age dynamics of acid-base balance and some biochemical indices in calves. **Veterinarski Arhiv,** v. 66, n. 5, p. 173-180, 1996.

ACBB - Associação dos Criadores de Brahman do Brasil - **Qualidades do Brahman**. 2021. Disponível em: <https://brahman.com.br/raca/qualidades-do-brahman>. Acesso em: 10out2021.

BLEUL, U., B. LEJEUNE, S. SCHWANTAG, AND W. KAHN. Blood gas and acid-base analysis of arterial blood in 57 newborn calves. **Vet. Rec.** v.161, p.688–691, 2007.

BRAITHWAITE, G.D. Endogenous faecal loss of calcium by ruminants. **Journal of Agricultural Science,** v.99, n.2, p.355-358, 1982.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Departamento de Saúde Animal, 2006. **Programa Nacional de Controle e Erradicação da Brucelose e Tuberculose (PNCEBT)** – Manual Técnico Brasília: MAPA / DAS / DSA, 2006, 188p.

CARVALHO, F.A.; LAMMOGLIA, M.A.; SIMÕES, M.J. et al. Breed effects thermoregulation and epithelial morphology in imported and native cattle subjected to heat stress. **J. Anim. Sci.,** v.73, p.3570-3573, 1995.

CORREA, L.B., ZANETTI, M.A.; DEL CLARO, G.R.; PAIVA, F.A. Resposta em parâmetros sanguíneos e urinários de vacas leiteiras ao aumento no balanço de cátion-aniônico da dieta. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.,** v.61, n.3, p.655-661, 2009

CUNHA, D. de N. F. V. da; CAMPOS, O. F. de; PEREIRA, J. C.; PIRES, M. de F. A.; OLIVEIRA, R. F. M. de; MARTUSCELLO, J. A. Desempenho, variáveis fisiológicas e comportamento de bezerros mantido em diferentes instalações: época seca. **Revista Brasileira Zootecnia**, v. 36, n.4, p. 847-854, 2007.

CUNNINGHAM, J.G. Tratado de Fisiologia Veterinária. In: ROBINSON, N.E. **Termorregulação**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008. cap. 52, p. 550-561.

DANTAS G.N., SANTAROSA B.P., BENESI F.J., SANTOS V.H., GONÇALVES R.C. Clinical and blood gas analysis of calves conceived by artificial insemination, in vitro fertilization and animal cloning. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v.39, n.7, p. 485-491, 2019.

DiBARTOLA, S.P. Fluid therapy in small animal practice. Philadelphia: Saunders, 1992, 720p.

DIRKSEN, G.; GRUNDER, H.D.; STOBER, M. **Rosenberger exame clínico dos bovinos**. 3 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 419 p., 1993.

EIGENBERG, R.A.; BROWN-BRANDL, T.M. NIENABER, J.A.; HANH, G.L. Dynamic response indicators of heat stress in shaded and non-shaded feedlot cattle. **Biosystems Engineering**, London, v.91, n.1, p. 111-118, 2005.

FEITOSA, F. L.F. Exame físico geral ou de rotina. In: FEITOSA, F. L.F. **Semiologia Veterinária: a arte do diagnóstico**. 4. Ed. São Paulo: editora Roca, 2014. p. 122-159.

FEITOSA, F. L.F.; BENESI, F. J. **Semiologia de recém-nascidos ruminantes e equídeos**. In: FEITOSA, F. L.F. Semiologia Veterinária: a arte do diagnóstico. 4. Ed. São Paulo: editora Roca, 2014. p. 161-222.

FERREIRA, F.; PIRES, M. F. A.; MARTINEZ, M. L.; COELHO, S. G.; CARVALHO, A. U.; FERREIRA, P. M.; FACURY FILHO, E. J.; CAMPOS, W. E. Parâmetros fisiológicos de bovinos cruzados submetidos ao estresse calórico. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 58, n. 5, p. 732-738, 2006.

FISHER, E.W.; SIBARTIE, D.; GRIMSHAW, W.T.R. A comparison of the pH, pCO2, pO2 and total CO2 content in blood from the brachial and caudal auricular arteries in normal cattle. **British Veterinary Journal,** v.136, p.496-499, 1980.

FREITAS, M.D.; FERREIRA, M.G.; FERREIRA, P.M.; CARVALHO, A.U.; LAGE, A.P.; HEINEMANN, M.B.; FACURY FILHO, E.J. Equilíbrio eletrolítico e ácido-base em bovinos. **Ciência Rural,** v.40, n.12, p.2608-2615, 2010.

GARTNER T, ZOCHE-GOLOB V, REDLBERGER S, REINHOLD P, DONAT K. Acid-base assessment of post-parturient German Holstein dairy cows from jugular venous blood and urine: A comparison of the strong ion approach and traditional blood gas analysis. **PLoS ONE** v.14, n.1, e0210948, 2019. https://doi.org/10.1371/journal. pone.0210948

GASPARELLI, E.R.F. **Determinação da atividade sérica de enzimas hepáticas e da concentração de ureia, creatinina, cortisol, imunoglobulina g e dos valores hemogasométricos de bezerros da raça nelore oriundos de fertilização *in vivo* (FV) e fertilização *in vitro* (FIV)**. 2007, 74f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Odontologia e Curso de Medicina Veterinária de Araçatuba, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, 2007.

GIONBELLI, M. P. et al. **Nutritional requirements for pregnant and non-pregnant beef cows**. In: FILHO, S. de C. ET AL. BR- Corte: Nutrient requirements of Zebu and crossbreed cattle - 3ª ed. Viçosa (MG): UFV, DXO, 2016.

GOMES, V.; MADUREIRA, K.M., BORGES, J.R.J.; PINHEIRO, F.A.; MARTIN, C.C.; BACCILI, C.C.; SANTOS, J.F.; YASUOKA, M.M.; DECARIS, N.; BOMBARDELLI, J.A.; BENESI, F.J. Doenças na fase de aleitamento e práticas de manejo sanitário na criação de bezerras. **Revista Brasileira de Buiatria- Clínica Médica**, v.1, n,2, p. 1-36, 2021.

GROVE-WHITE DH, WHITE DG. Diagnosis and treatment of metabolic acidosis in calves: A field study. **Vet Rec**, 133:499- 501, 1993.

HOMEROSKY E.R., CAULKETT N.A., TIMSIT E., PAJOR E.A., KASTELIC J.P., WINDEYER M.C. Clinical Indicators of Blood Gas Disturbances, Elevated L-Lactate Concentration, and other Abnormal Blood Parameters in Newborn Beef Calves. **The Veterinary Journal**. 2016. doi: 10.1016/j.tvjl.2016.12.001

JAIN, N.C. 1993. **Essentials of veterinary hematology.** 1ª ed. Philadelphia: Lea & Febiger. p. 215-293.

KANEKO, J. J.; HARVEY, J. W.; BRUSS, M. L. **Clinical Biochemistry of Domestic Animals**. 6th ed. Academic Press, San Diego. 916p. 2008.

KOCH A, KASKE M. Clinical efficacy of intravenous hypertonic saline solution or hypertonic bicarbonate solution in the treatment of inappetent calves with neonatal diarrhea. **J Vet Intern Med.** v.22, n.1, p.202-211,2008 doi: 10.1111/j.1939-1676.2007.0029.x.

LISBÔA, J. A. N.; BENESI, F. J.; MARUTA, C. A.; MIRANDOLA, R. M. S.; TEIXEIRA, C. M. C. Tempo de viabilidade de amostras de sangue venoso bovino destinadas ao exame hemogasométrico, quando mantidas sob conservação em água gelada. **Ciência Rural** v. 31, n. 2, p. 271-276, 2001.

LISBOA, J.A.N. BENESI, F.J.; LEAL, M.L.R. *et al*. Temperatura retal e frequências respiratória e cardíaca de bezerras sadias no primeiro mês de vida. **Veterinária Notícias,** v.9, n.2, p. 83-89, 2003.

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

MEYER D.J.; HARVEY, J.W. **Veterinary laboratory medicine: interpretation & diagnosis.** 2ª ed. Philadelphia: Saunders. 351p, 2004.

MOHRI, M., K. SHARIFI, S. EIDI. Hematology and serum biochemistry of Holstein dairy calves: Age related changes and comparison with blood composition in adults. **Res. Vet. Sci.** v.83, p.30–39, 2007.

NAYLOR J.M. Severity and nature of acidosis in diarrheic calves over and under one week of age. **Can Vet J.** v.28, n.4, p. 168-173, 1987.

NAYLOR J.M. A retrospective study of the relationship between clinical signs and severity of acidosis in diarrheic calves. **Can Vet J,** v.30, p. 577–580, 1989.

ORTOLANI, E. L. **Diagnóstico e tratamento de alterações ácido-básicas em ruminantes**. In: Anais do I Simpósio de Patologia Clínica Veterinária do Rio Grande do Sul. Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre/RS. p.17-29, 2003.

PEIRÓ, J.R.; BORGES, A.S.; GONÇALVES, R.C.; MENDES, L.C. Evaluation of a portable clinical analyzer for the determination of blood gas partial pressures, electrolyte concentrations, and hematocrit in venous blood samples collected from cattle, horses and sheep**. Am J Vet Res,** n. 71, v.5, p. 515-521, 2010.

SILVA, R. M. N. da S.; SOUZA, B. B. de; SOUZA, A. P. de; MARINHO, M. L.; TAVARES, G. P., SILVA, E. M. N. Efeitos do sexo e idade sobre os parâmetros fisiológicos e hematológicos de bovinos da raça Sindi no Semi-Árido. **Ciênc. Agrotec. Lavras**, v. 29, n. 1, p. 196-199, 2005.

SUCUPIRA, M. C. A.; ORTOLANI, E. L. Uso de sangue arterial e venoso no exame do equilíbrio ácido-básico de novilhos normais ou com acidose metabólica. **Ciência Rural,** v. 33, n.5, p. 863-68, 2003.

TREFZ FM, LORCH A, FEIST M, SAUTER-LOUIS C, LORENZ I. Metabolic acidosis in neonatal calf diarrhea-clinical findings and theoretical assessment of a simple treatment protocol. **J Vet Intern Med.** v.26, n.1, 162-170, 2012. doi: 10.1111/j.1939-1676.2011.00848.x.