

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a)
autor(a), o texto completo desta tese
será disponibilizado somente a partir
de 26/12/2023.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP

CÂMPUS DE JABOTICABAL

**CARACTERIZAÇÃO DE PARÂMETROS DE NORMALIDADE DE BOVINOS DE
CORTE**

Guilherme Augusto Motta

Médico Veterinário

2023

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP

CÂMPUS DE JABOTICABAL

**CARACTERIZAÇÃO DE PARÂMETROS DE NORMALIDADE DE BOVINOS DE
CORTE**

Discente: MSc. Guilherme Augusto Motta

Orientador: Prof. Tit. Dr. Áureo Evangelista Santana

Co-orientador: Dr. Ricardo Perecin Nociti

Tese apresentada à Faculdade de Ciências
Agrárias e Veterinárias – UNESP, Câmpus de
Jaboticabal, como parte das exigências para
obtenção do título de Doutor em Ciências
Veterinárias na área de Saúde Animal

2023

M921c Motta, Guilherme Augusto
Caracterização de parâmetros de normalidade de bovinos de corte / Guilherme Augusto Motta. -- Jaboticabal, 2023
103 p. : il., tabs.

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal
Orientador: Áureo Evangelista Santana
Coorientador: Ricardo Perecin Nociti

1. Hematologia. 2. Bioquímica sérica. 3. Proteínas de fase aguda. 4. Bezerros. 5. Touros. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

REGISTRO DE IMPACTO

Conforme a portaria Unesp nº 117, de 21 de dezembro de 2022.

Os capítulos 2 e 3 desta tese abordam a verificação de parâmetros de normalidade hematológica, bioquímica sérica e da expressão de proteínas de fase aguda em duas categorias diferentes de bovinos de corte. Considerando a relevância da produção de bovinos no cenário nacional, a observação dessas variáveis em diversas situações é útil para avaliações clínicas ou zootécnicas haja visto o avanço tecnológico na atividade.

A região de savana brasileira, compreende a principal zona produtora de bovinos no território nacional e por suas peculiaridades geoclimáticas opera influências no desenvolvimento dos animais. Diante disso, a determinação dos intervalos de normalidade para bezerros de corte em fase de desmama das principais raças produzidas serve como ferramenta de monitoramento de desempenho, sabendo que se trata de uma categoria animal de alto impacto na produtividade de carne bovina.

Os touros doadores de sêmen têm sua importância estabelecida pelo seu impacto no melhoramento genético do rebanho em âmbito nacional. Sendo mantidos em regime de criação intensivo e atingindo idade avançada serão, eventualmente, acometidos por enfermidades relativas ao excesso de peso e à senilidade. Portanto, a compreensão do efeito da idade em parâmetros sanguíneos e séricos nestes animais contribui para a tomada de decisões diagnósticas e prognósticas.

IMPACT RECORD

According to Unesp Ordinance No. 117, dated December 21, 2022.

Chapters 2 and 3 of this thesis address the verification of parameters of hematological normality, serum biochemistry and the expression of acute phase proteins in two different categories of beef cattle. Considering the relevance of cattle production in the national scenario, the observation of these variables in different situations is useful for clinical or zootechnical evaluations, given the technological advances in the activity.

The Brazilian savanna region, comprises the main cattle producing area in the national territory and due to its geoclimatic peculiarities it influences the development of animals. In view of this, the determination of normal ranges for beef calves in the weaning phase of the main breeds produced serves as a performance monitoring tool, knowing that this is an animal category with a high impact on beef productivity.

Semen donor bulls have their importance established by their impact on the genetic improvement of the herd nationwide. Being kept in an intensive breeding regime and reaching an advanced age, they will eventually be affected by diseases related to overweight and senility. Therefore, understanding the effect of age on blood and serum parameters in these animals contributes to making diagnostic and prognostic decisions.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Jaboticabal



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA TESE: CARACTERIZAÇÃO DE PARÂMETROS DE NORMALIDADE DE BOVINOS DE CORTE

AUTOR: GUILHERME AUGUSTO MOTTA
ORIENTADOR: AUREO EVANGELISTA SANTANA
COORIENTADOR: RICARDO PERECIN NOCITI

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Doutor em Ciências Veterinárias,
 área: Saúde Animal pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. AUREO EVANGELISTA SANTANA (Participação Virtual)
 Departamento de Clínica e Cirurgia Veterinária / FCAV UNESP Jaboticabal

Documento assinado digitalmente
gov.br AUREO EVANGELISTA SANTANA
 Data: 06/07/2023 10:31:19-0300
 Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. JOSÉ CORRÊA DE LACERDA NETO (Participação Virtual)
 Departamento de Clínica e Cirurgia Veterinária / FCAV UNESP Jaboticabal

Documento assinado digitalmente
gov.br JOSE CORREA DE LACERDA NETO
 Data: 05/07/2023 17:47:22-0300
 Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. MIRELA TINUCCI COSTA (Participação Virtual)
 Departamento de Clínica e Cirurgia Veterinária / FCAV UNESP Jaboticabal

Documento assinado digitalmente
gov.br MIRELA TINUCCI COSTA
 Data: 03/07/2023 16:21:24-0300
 Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. NARA SARAIVA BERNARDI (Participação Virtual)
 UNIARA / Araraquara/SP

Documento assinado digitalmente
gov.br NARA SARAIVA BERNARDI
 Data: 05/07/2023 11:57:13-0300
 Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. GEÓRGIA MODÉ MAGALHÃES (Participação Virtual)
 Instituto Federal do Sul de Minas / Muzambinho/MG

Documento assinado digitalmente
gov.br GEORGIA MODE MAGALHAES
 Data: 05/07/2023 14:46:46-0300
 Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Jaboticabal, 26 de junho de 2023

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Guilherme Augusto Motta – nascido em Catanduva, São Paulo, em 05 de Janeiro de 1987, filho de Sérgio Aparecido Motta e Márcia Aparecida Pinto da Costa Motta. Graduiu-se Médico Veterinário na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, Câmpus de Jaboticabal, concluindo o curso em fevereiro de 2011. Fez duas iniciações científicas, uma nos anos de 2007 e 2008, como bolsista da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), processo nº 06/61874-4, e outra vinculada ao Departamento de Clínica e Cirurgia Veterinária da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, Câmpus de Jaboticabal, entre outubro de 2009 e fevereiro de 2011. Ingressou no curso de Mestrado do Programa de Pós-graduação em Medicina Veterinária, na área de Clínica Médica Veterinária em agosto de 2012, concluindo-o em outubro de 2014, sob orientação do Prof. Tit. Dr. Luiz Carlos Marques. Em agosto de 2018 iniciou o curso de Doutorado do Programa de Pós-graduação em Ciências Veterinárias, na área de Saúde Animal, sob orientação do Prof. Tit. Dr. Áureo Evangelista Santana e co-orientação do Dr. Ricardo Perecin Nociti. Atuou como clínico responsável pelo rebanho de touros doadores de sêmen na CRV Lagoa, Sertãozinho, São Paulo, de setembro de 2011 até novembro de 2013. Responsável técnico na Fazenda M.I.H., Fonterra Dairy Co., Cristalina, Goiás, entre abril de 2014 e julho de 2015. Iniciou carreira docente no curso de Medicina Veterinária do Centro Universitário Luterano de Palmas (CEULP/ULBRA), Palmas – Tocantins nas cátedras de Semiologia Veterinária, Cirurgia Veterinária I e II, Medicina de Bovinos e Bubalinos, Medicina de Equinos e Odontologia Veterinária, sendo também responsável pelo Serviço de Clínica e Cirurgia de Grandes Animais do Hospital Veterinário da mesma instituição. Atualmente leciona Clínica Médica de Ruminantes, Clínica Médica de Suínos, Fisiopatologia da Reprodução do Macho e Epidemiologia das Doenças Infecciosas e Parasitárias dos Animais na Universidade de Araraquara – UNIARA, Araraquara, São Paulo, onde também exerce função de supervisão da Clínica de Grandes Animais da mesma instituição.

EPÍGRAFE

“A árvore não prova a doçura dos próprios frutos; o rio não bebe suas próprias ondas; as nuvens não despejam água sobre si mesmas. A força dos bons deve ser usada para benefício de todos”

Provérbio hindu

“A grandeza não consiste em receber honras, mas em merecê-las”

Aristóteles

“Não havendo bois, o celeiro fica limpo, mas pela força do boi há abundância de colheitas”

Provérbios 14:4

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a todos os meus pacientes, pois servem para o aprendizado e aproximam-me da excelência
e a todos os meus alunos pela confiança depositada.

AGRADECIMENTOS

Meus agradecimentos dirigem-se:

A Deus e todas as forças que regem a nossa existência;

a meus pais Sérgio Aparecido Motta e Márcia Aparecida Pinto da Costa Motta pela minha criação e do meu irmão, Dr. João Gabriel Motta;

a meus avós Sebastião Motta, Maria Meneguello Motta, Luís Soares da Costa (*in memorian*) e Araci de Oliveira Pinto da Costa (*in memorian*), pelos exemplos de vida;

a meus tios, principalmente à Dra. Luciene Aparecida Pinto da Costa Pereira por todo o carinho e exemplo;

a todos os meus professores, desde a tenra idade, em especial Dr. Luiz Carlos Marques, Dr. José Antônio Marques, Dr. Delphim da Graça Macoris, Dr. José Wanderley Cattelan, Dr. Antônio Carlos Alessi, Dr^a Rosângela Zacarias Machado, Dr. Francisco Guilherme Leite e Dr^a Rosimeire de Oliveira Vasconcelos, por terem ensinado a importância do exemplo docente;

ao Prof. Dr. Áureo Evangelista Santana, orientador deste trabalho, pelo aceite, boa vontade incondicional e exemplo como homem;

ao Dr. Ricardo Perecin Nociti, amigo, irmão e coorientador, sempre presente e resoluto;

aos Ruminantes, que como alimento e força de trabalho sustentam a humanidade mansamente;

aos alunos do Centro Universitário Luterano de Palmas, CEULP/ULBRA, que colaboraram com a execução do trabalho experimental;

ao Programa de Pós-graduação em Ciências Veterinárias e à Seção Técnica de Pós-graduação por toda a compreensão e ajuda durante o curso de doutorado;

àqueles de que, por ventura, tenha me esquecido.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

CERTIFICADO DA COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Câmpus de Jaboticabal



CEUA – COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS

CERTIFICADO

Certificamos que o projeto de pesquisa intitulado **“Parâmetros de normalidade hematológica, metabólica, proteinograma sérico e análise de vesículas extracelulares de bovinos hígidos na região de Palmas – TO, Brasil”**, protocolo nº 07307/19, sob a responsabilidade do Prof. Dr. Aureo Evangelista Santana, que envolve a produção, manutenção e/ou utilização de animais pertencentes ao Filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem), para fins de pesquisa científica (ou ensino) - encontra-se de acordo com os preceitos da lei nº 11.794, de 08 de outubro de 2008, no decreto 6.899, de 15 de julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA), e foi aprovado pela COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS (CEUA), da FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS, UNESP - CÂMPUS DE JABOTICABAL-SP, em reunião ordinária de 13 de junho de 2019.

Vigência do Projeto	01/10/2019 a 01/06/2020
Espécie / Linhagem	<i>Bos taurus taurus</i> , <i>Bos taurus indicus</i>
Nº de animais	150
Peso / Idade	600 kg / 20 - 26 meses
Sexo	Masculino
Origem	Fazenda de criação

Jaboticabal, 13 de junho de 2019.


Prof.ª Dr.ª Fabiana Pilarski
 Coordenadora – CEUA

Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias
Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane, s/n CEP 14884-900 - Jaboticabal/ SP - Brasil
tel 16 3209 7100 - www.fcav.unesp.br

CARACTERIZAÇÃO DE PARÂMETROS DE NORMALIDADE DE BOVINOS DE CORTE

RESUMO – As análises hematológicas, bioquímicas séricas e de proteínas de fase aguda contribuem fundamentalmente para estudos diagnósticos, fisiológicos, patológicos e nutricionais em todas as espécies. Considerando a diversidade de variáveis ambientais e raciais é necessária a avaliação pontual de populações para determinação de valores de referência para determinada situação. O estudo objetivou a determinação de valores basais em bezerros de corte em idade de desmame dos principais tipos raciais produzidos no estado do Tocantins – Brasil e na verificação da influência etária nesses parâmetros em touros zebuínos de corte em regime de coleta de sêmen. Os grupos experimentais foram formados por bezerros Nelore, Senepol, bimestiços Nelore e Aberdeen Angus, bimestiços Nelore e Senepol e trimestiços Nelore, Aberdeen Angus e Senepol, oriundos da mesma fazenda de criação e de sistema extensivo com suplementação à pasto com idades semelhantes. Enquanto os touros foram agrupados em três grupos etários distintos dentro do mesmo ambiente de produção. Os hemogramas foram realizados em contador automático de células, as dosagens bioquímicas séricas e metabólicas determinadas por meio de *kits* comerciais e a dosagem de proteínas de fase aguda através da técnica de eletroforese em gel de poliacrilamida, todos em apenas um momento. De modo as variáveis estudadas seguiram os padrões já descritos. Os grupos de bezerros apresentaram maior contagem total de leucócitos, atividade sérica de enzimas hepáticas e fosfatase alcalina, teores de cálcio e fósforo devido à fase de crescimento e, portanto, maior atividade metabólica. Também foi observada influência do temperamento nessas variáveis, por exemplo, animais Nelore tiveram maiores concentrações creatinina quinase e glicose sérica, ao passo que os grupos menos reativos tiveram reduções equivalentes. A infestação por parasitas gastrintestinais também mostrou, onde os grupos de maior percentual racial taurino apresentaram menor contagem de hemácias e teor de albumina plasmática. Quanto às proteínas de fase aguda, nos bezerros as diferenças foram constatadas entre os zebuínos, Nelore, e os taurinos, Senepol, sendo relacionadas à rusticidade. Os resultados observados nos touros não demonstraram efeito significativo da idade em todas as categorias analisadas, exceto pela atividade sérica da fosfatase alcalina, que mostrou-se superior nos animais mais jovens, pois possuem maior atividade metabólica óssea. De modo geral, os achados condizem com os registros prévios da literatura. Entretanto, a análise de um universo amostral mais amplo, ou seja, mais rebanhos, pode evidenciar o efeito geográfico sobre os animais. Enquanto, que para os touros, as correlações com outras análises mais detalhadas e de outros tipos, como de imagem, podem contribuir para o estudo de enfermidades crônicas para a espécie.

Palavras-chave: hematologia, bioquímica, proteínas de fase aguda, bezerros, touros, raças

CHARACTERIZATION OF BASELINE PARAMETERS FOR BEEF CATTLE

ABSTRACT - Hematological, serum biochemical and acute phase protein analysis fundamentally contribute to diagnostic, physiological, pathological and nutritional studies in all species. Considering the diversity of environmental and breed variables, a punctual assessment of populations is necessary to determine reference values for a certain situation. The study aimed to determine baseline values in beef calves at weaning age of the main breed types produced in the state of Tocantins - Brazil and to verify the age influence on these parameters in beef zebu bulls in a semen collection regime. The experimental groups were formed by Nellore, Senepol, bicrossed Nellore and Aberdeen Angus calves, bicrossed Nellore and Senepol and quartered Nellore, Aberdeen Angus and Senepol calves, from the same breeding farm and from an extensive system with supplementation to pasture at similar ages. While the bulls were grouped into three distinct age groups within the same production environment. Hemograms were performed in an automatic cell counter, serum and metabolic biochemical measurements were determined using commercial kits, and acute phase proteins were measured using the polyacrylamide gel electrophoresis technique, all in a single moment. The groups of calves had higher total leukocyte count, serum activity of liver enzymes and alkaline phosphatase, calcium and phosphorus contents due to the growth phase and, therefore, higher metabolic activity. The influence of temperament on these variables was also observed, for example, Nellore animals had higher creatine kinase and serum glucose concentrations, while less reactive groups had equivalent reductions. The infestation by gastrointestinal parasites also showed, where the groups with the highest percentage of taurine racial had lower red blood cell counts and plasma albumin content. As for the acute phase proteins, in calves differences were found between zebu, Nellore, and taurine, Senepol, being related to rusticity. The results of bulls showed no significant effect of age in all categories analyzed, except for the serum activity of alkaline phosphatase, which was superior in younger animals, as they have higher bone activity. In general, the findings are consistent with previous records in the literature. However, the analysis of a wider sample universe, that is, more herds, can show the geographic effect on the animals. While, for bulls, correlations with other more detailed analyzes and of other types, such as imaging, can contribute to the study of chronic diseases for the species.

Keywords: haematology, clinical biochemistry, acute phase proteins, calves, bulls, breeds

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 2 – HEMATOLOGICAL NORMALITY, SERUM BIOCHEMISTRY, AND ACUTE PHASE PROTEINS IN HEALTHY BEEF CALVES IN THE BRAZILIAN SAVANNAH

Figure 1. Result of the multivariate statistical analysis represented with principal component analysis (PCA) using the values for hematological and serum biochemical variables of weaning beef calves at Brazilian savannah.....42

Figure 2. Clustering heatmap by Ward method using mean values of hematological and serum biochemical metabolites from weaning beef calves raised in the Brazilian savannah.....43

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

1.1 Introdução

Com um rebanho estimado em 214,9 milhões de bovinos, sendo 8,74 milhões no estado do Tocantins (IBGE, 2018), o Brasil é o maior exportador de carne bovina do globo. Fornecendo 1,64 milhões de toneladas ao mercado externo, com crescimento de 11% e rendimentos de US\$ 6,57 bilhões, incremento de 7,9% em relação ao ano anterior (ABIEC, 2019). Considerando o clima predominantemente tropical no Brasil, a heterose entre as raças zebuínas e taurinas tem fundamental importância no progresso da produção de bovinos no país, pois agrega caracteres desejáveis como precocidade sexual, fertilidade, aumento de desempenho zootécnico e qualidade de carne e carcaça (Teixeira et al., 2006). Segundo a ASBIA (2018), o uso de raças britânicas continentais, principalmente Angus, tem crescido em média 2% ao ano; tal qual o uso de touros de raça pura, principalmente Senepol, para cobertura a campo tendo em vista sua adaptabilidade às condições climáticas, alimentares e pressão parasitária (ABCBSENEPOL, 2013 a.).

Aliado à intensificação dos sistemas produtivos observa-se também o aumento na prevalência de enfermidades (Braga et al., 2015). Portanto, análises hematológicas, séricas e moleculares tornam-se cada vez mais úteis e economicamente viáveis como instrumentos diagnósticos, de monitoramento e prognósticos na clínica buiátrica (Roland et al., 2014). Piccinini et al., 2006 e George et al., 2010 descreveram alterações em variáveis eritrométricas (número de eritrócitos) e leucométricas (percentual de linfócitos, neutrófilos e eosinófilos) ao longo das décadas devido à evolução no controle de parasitas e doenças como a diarreia viral bovina e a leucose enzoótica bovina. Logo, parâmetros de normalidade fidedignos devem ser aferidos em animais hígidos e ambientalmente semelhantes àqueles que se pretende avaliar na região geográfica (George et al., 2010; Krimer, 2011).

De acordo com Friedrichs et al., 2012, cada laboratório de análises clínicas deve possuir seu próprio referencial de normalidade para os diversos parâmetros hematológicos e metabólicos (energia, proteínas, minerais e funcionalidade de órgãos vitais) para sua população devido à diferentes influências genéticas, dietéticas, mesológicas e pelas técnicas de produção aos quais os animais estão expostos. Acrescenta-se o fato de que a

intensificação dos sistemas produtivos com vistas à maior produtividade eleva os riscos de transtornos metabólicos e o estabelecimento de intervalos de referência norteia o acompanhamento dos animais para a manutenção de limiares fisiológicos (Opsomer, 2015).

O foco inflamatório é a primeira resposta do sistema imunológico a estímulos nocivos, infecções ou injúrias teciduais, que superam as defesas locais e juntamente com uma ampla gama de eventos sistêmicos é denominada “reação de fase aguda”, ou seja, resposta sistêmica à injúria (Thomasvet al., 2018). Os fenômenos mais evidentes incluem febre, leucocitose, hiper ou hipoexpressão de proteínas estruturalmente não correlatas, denominadas proteínas de fase aguda (PFA's), que num processo altamente coordenado por diversos tipos celulares que intensificam, mantém, controlam ou solucionam o processo inflamatório (Ceciliani et al., 2002; Murata et al., 2014). Portanto, a compreensão do seu comportamento durante os processos fisiopatológicos contribui substancialmente para acompanhamento do curso clínico e para estabelecimento de prognóstico (Ceciliani et al., 2012).

Sob a óptica do Melhoramento Genético há controvérsias quanto à validade de variáveis hematológicas e bioquímico séricas como valores preditivos para características produtivas (Rauw, 2012; Stoop et al., 2016), levando em conta a infinidade de interferências possíveis de fatores fisiológicos, fisiopatológicos, infectocontagiosos e ambientais. Entretanto, O'Driscoll et al. (2015) descrevem padrões de expressão proteica característicos em vacas predispostas à úlcera de sola. É possível que seu padrão seja útil na avaliação de algumas variáveis entre os diferentes grupos raciais, como termotolerância, resistência a parasitas e taxa de ganho de peso, rendimento de carcaça, expressão de índices hematimétricos e bioquímicos superiores, por exemplo.

A partir das premissas precedentes, considera-se apropriado o estabelecimento de parâmetros de normalidade hematológica, bioquímica sérica e de fracionamento proteico para bovinos na região de cerrado brasileiro, devido à importância da atividade, seu potencial desenvolvimento e a ausência de dados referenciais para serviço médico veterinário.

3.4. Conclusão

Conclue-se que o grupo racial, zebuino ou taurino, não produziu diferenças quando os resultados obtidos foram comparados aos já expostos na literatura. Entretanto, a idade afetou consideravelmente algumas variáveis como, FA, colesterol, bilirrubina total, PT, albumina e Cpl.

Considerando os indícios de alterações relacionadas ao excesso de peso corporal na função hepática e em estruturas osteoarticulares, há justificativa para estudos mais amplos envolvendo um universo maior de variáveis, como nutrição e sistema produtivo, para compreensão sobre o processo do envelhecimento na espécie bovina considerando a importância zootécnica econômica de indivíduos produtores de material de multiplicação.

3.5. Referências bibliográficas

- Abera M, Mummed YY, Eshetu M, Pilla F, Wondifraw Z (2021) Physiological, biochemical, and growth parameters of Fogera cattle calves to heat stress during diferente seasons in sub-humid part of Ethiopia. **Animals** 11:1062-1078.
- Ahmad S, Sultan S, Naz N, Ahmad G, Alwahsh SM, Cameron S, Moriconi F, Ramadori G, Malik IA (2014) Regulation of iron uptake in primary culture rat hepatocytes: The role of acute-phase cytokines. **Shock** 41:337-345.
- Arthington J, Qiu X, Cooke R, et al. (2008) Effects of presshipping management on measures of stress and performance of beef steers during feedlot receiving. **J. Anim. Sci.** 86:2016-2023.
- Barini, AC (2007) **Bioquímica sérica de bovinos (*Bos taurus*) sadios da raça curraleiro de diferentes idades**.104 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – UFG, Goiânia.
- Bakari SM et al. (2017) Serum biochemical parameters and cytokine profiles associated with natural African trypanosome infections in cattle. **Parasites & Vectors** 10:312-325.
- Benedet A, Franzoi M, Penasa M, Pellattiero E, De Marchi M (2019) Prediction of blood metabolites from milk mid-infrared spectra in early-lactation cows. **J. Dairy Sci.** 102 <<https://doi.org/10.3168/jds.2019-16937>>.
- Benesi FJ, Rêgo Leal ML, Lisbôa JAN, Coelho CS, Mirandola RMS (2003) Parâmetros bioquímicos para avaliação da função hepática em bezerras sadias, da raça holandesa, no primeiro mês de vida. **Ciência Rural**. 33: 311-317.
- Bianchi ME (2007) DAMP's, PAMP's and alarmins: all we need to know about danger. **Journal of leukocyte biology** 81:1-5.
- Birgel Júnior EH et al. (2003) Avaliação da influência da gestação e do puerpério sobre a função hepática de bovinos da raça Holandesa. **Ars Veterinária** 19:172-178.
- Borges AC, Juliano RS, Barini AC, Lobo JR, Abreu UGP, Sereno JRB, Fioravanti MCS (2011) **Enzimas séricas e Parâmetros Bioquímicos de Bovinos (*Bos taurus*) Sadios da Raça Pantaneira**. Brasília: Embrapa Pantanal, 17 p. (EMBRAPA Pantanal. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 106) b.
- Burciaga-Robles LO, Holland DL et al. (2009) Evaluation of breath biomarkers and serum haptoglobin concentration for diagnosis of bovine respiratory disease in heifers newly arrived at a feedlot. **Am. J. Vet. Res.** 70:1291-1298. doi:10.2460/ajvr.70.10.1291.
- Ceciliani F, Pocacqua V (2007) Alpha (1)-acid glycoprotein modulates apoptosis in bovine monocytes. **Vet. Immunol. Immunopathol.** 116: 145-152.
- Ceciliani F, Ceron JJ, Eckersall PD, Sauerwein H (2012) Acute phase proteins in ruminants. **J. Proteomics** 75: 4207-4231.
- Costa GL (2010) **Avaliação do desempenho, hematológica, bioquímica, parasitológica e histopatológica de bovinos de corte em sistema intensivo de produção**. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – UFG, Goiânia.

- Crispe IN (2016) Hepatocytes as Immunological Agents. **J. Immunol.** 196:17-21.
- Delfino JL, Barbosa VM, Gondim CC, Oliveira PM, Nasciutti, NR, Oliveira RSBR, Tsuruta AS, Mundin AV, Saut JPE (2014) Perfil bioquímico sérico de bezerros Senepol nos primeiros 120 dias de idade. **Semina: Ciências Agrárias.** 35: 1341-1350.
- El Deeb W, Elsohaby I et al. (2020) Use of procalcitonin, neopterin, haptoglobin, serum amyloid A and proinflammatory cytokines in diagnosis and prognosis of bovine respiratory disease in feedlot calves under fields conditions. **Acta Trop.** 204:105336. doi:10.1016/j.actatropica.2020.105336.
- Fagliari JJ, Santana, AE, Lucas FA, Campus Filho E, Curi PR (1998) Constituintes sanguíneos de bovinos recém-nascidos das raças Nelore (*Bos indicus*) e Holandesa (*Bos taurus*) e de bubalinos (*Bubalus bubalis*) da raça Murrah. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.** 50: 253-262.
- Farooq U, Ijaz A, Ahmad N, Rehman H, Zameb H (2012) Haematologic profile revisited adult Cholistani breeding bulls as a model. **The Journal of Animal and Plant Sciences** 22:835-839.
- Flipse RJ, Almquist JD (1963) Effect of quality of protein in the concentrate mixture on the growth, reproduction, development and semen production of dairy bull. **J. Dairy Sci.** 46: 1416-1419.
- González FHD, Conceição TR, Siqueira AJS, La Rosa VL (2000) Variações sanguíneas de uréia, creatinina, albumina, e fósforo em bovinos de corte no Rio Grande do Sul. **A Hora Veterinária.** 20: 59-62.
- Gonçalves RC, Paes PRO, Almeida CT, Fontequ JH, Lopes RS, Kuchembuck MRG, Crocci AJ (2001) Influência da idade e sexo sobre o hemograma, proteínas séricas totais, albumina e globulina de bovinos sadios da raça Guzerá (*Bos indicus*). **Veterinária Notícias** 7:61-68.
- Harvey, J. M. (2001) **Atlas of veterinary hematology: blood and bone marrow of domestic animals.** Philadelphia, Saunders, 228 p.
- Holland BP, Douglas LS et al. (2011) Effectiveness of sorting calves with high risk of developing bovine respiratory disease on the basis of serum haptoglobin concentration at the time of arrival at a feedlot. **Am. J. Vet. Res.** 72:1349-1361.
- Horadagoda NU, Knox KGM, Gibbs HA, et al. (1999) Acute phase proteins in cattle: discrimination between acute and chronic inflammation. **Vet Rec** 144:437-441.
- Jain NC (1993) **Essentials of veterinary hematology.** Philadelphia, Lea & Febinger, 417 p.
- Jezec J, Kopcis M, Klinkon M (2006) Influence of age on biochemical parameters in calves. **Bulletin of the Veterinary Institute in Pulawy.** 50: 211-214.
- Jiang R, Hua C et al. (2015) Hephaestin and ceruloplasmin play distinct but interrelated roles in iron homeostasis in mouse brain. **J. Nutr.** 145:1003-1009.
- Laemmli U (1970) Cleavage to structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage T4. **Nature** 227:680-685.

- Linder MC (2016) Ceruloplasmin and other copper binding components of blood plasma and their functions: an update. **Metallomics** 114:777-781.
- Liu Z, Que S, Xu J, Peng T (2014) Alanine Aminotransferase – Old Biomarker and New Concept: A Review. **Int. J. Med. Sci.** 11:925-935.
- Lomborg SR, Nielsen LR, Heegaard PMH, Jacobsen S (2008) Acute phase proteins in cattle after exposure to complex stress. **Vet. Res. Commun.** 32:575-582.
- Lorentz PP, Gibb FM (1975) Ceruloplasmin activity as an indication of plasma copper levels in sheep. **NZ Vet. J.** 23:1-3.
- Mallick S, Subramaniam S et al. (2021) Short communication: preliminary observations on the serum levels of HSP70 and its correlation with serum cortisol, thyroid hormones, and acute-phase protein concentration in cattle naturally infected with foot-and-mouth disease virus. **Trop. Anim. Hlth. Prod.** 53:408-413
- Marqués-Jiménez D, Calleja-González, Arratibel I, Delextrat A, Terrados N (2017) Fatigue and recovery in soccer: evidence and challenges. **Open Sports Sci. J.** 10:52-70.
- Mikula R et al. (2021) Changes in metabolic and hormonal profiles during transition period in dairy cattle – the role of spexin. **BMC Veterinary Research** 17:359-372.
- Motta GA, Girardi AM, Sabes AF, Portugal ES, Nociti RP, Bueno GM, Marques LC (2017) Clinical and radiographic changes of carpi, tarsi and interphalangeal joints of zebu bulls on sêmen collection regimen. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.** 69: 1357-1366.
- Moreira CN, Carvalho TF, Costa TN, Queiroz JACC, Lage G, Haragushi M, Fioravanti MCS (2009) Bovinos alimentados com capim *Brachiaria* e *Andropogon*: Hematologia e bioquímica clínica. **Ciência Animal Brasileira** 10:195-205.
- Murata H, Shimada N, Yoshioka M (2014) Current research on acute phase proteins in veterinary diagnosis: an overview. **Vet. J.** 168:28-40.
- Mwangi FW et al. (2021) Growth performance and plasma metabolites of grazing beef cattle backgrounded on Buffel or Buffle-*Desmanthus* mixed pastures. **Animals** 11:2355-2372.
- Nazifi S, Razavi SM, Esmailnejad Z, Gheisari H (2009) Study on acute phase proteins (haptoglobin, serum amyloid A, fibrinogen, and ceruloplasmin) changes and their diagnostic values in bovine tropical theileriosis. **Parasitol. Res.** 105:41-46.
- Paes PRO (2005) **A influência do desmame, da contenção em tronco e do transporte rodoviário na etologia, hematologia e bioquímica clínica de bovinos da raça Nelore (*Bos indicus*)**. 123 f. Tese (Doutorado em Clínica Veterinária) – Unesp, Botucatu.
- Petersen HH, Nielsen JP, Heegaard PMH (2004) Application of acute phase protein measurement in veterinary clinical chemistry. **Vet. Res.** 35:163-187.

- Schrödl W, Büchler R, Wendler S, Reinhold P, Muckova P, Reindl J, Rhode H (2016) Acute phase proteins as promising biomarkers: perspectives and limitation for human and veterinary medicine. **Proteomics – Clinical applications** 10:1077-1092.
- Texel SJ, Xu X, Harris ZL (2008) Ceruloplasmin in neurodegenerative diseases. **Biochem. Soc. Trans.** 36:1277-1281.
- Tilg H, Dinarello CA, Mier JW (1997) IL-6 and APPs: anti-inflammatory and immunosuppressive mediators. **Immunology today** 18:428-432.
- Tothova C, Nagy O, Kovac G (2014) Acute phase proteins and their use in the diagnosis of diseases in ruminants: a review. **Vet. Med. (Praha)** 59:163-180.
- Tsukano K, Suzuki K (2020) Serum iron concentration is a useful biomarker for assessing the level of inflammation that causes systemic symptoms in bovine acute mastitis similar to plasma haptoglobin. **J. Vet. Med. Sci.** 82:1440-1444.
- Turk R, Rošić N et al. (2021) Milk and sérum proteomes in subclinical mastites in Simmental cows. **Journal of Proteomics** 244:1-15.
- Vasconcelos AM, Albuquerque CC, Carvalho JF, Façanha DAE, Lima FRG, Silveira RMF, Ferreira J (2019) Adaptive profile of dairy cows in a tropical region. **Int J Biometeorol** < <https://doi.org/10.1007/s00484-019-01797-9>>.
- Watanabe T, Akama R, Konishi K, Inoue K (2020) Influence of feeding methods on blood biochemical parameters of Japanese Black breeding herd. **Animal Science Journal** 91:1-6.
- Wittwer F et al. (1993) Determinación de úrea en muestras de leche de rebaños bovinos para el diagnóstico de desbalance nutricional. **Arch. Med. Vet.** 25: 165-172.
- Wood D, Quiroz-Rocha GF (2010) Normal hematology of cattle. In: Weiss DJ, Wardrop KJ (Eds.) **Schalm's veterinary hematology**. Ames: Wiley, p. 829–835.
- Wottlin LR, Carstens GE et al. (2021) Differential haptoglobin responsiveness to a *Mannheimia haemolytica* challenge altered immunologic, physiologic, and behavior responses in beef steers. **Journal of Animal Science** 99:1-12.
- Zanker IA, Hammon HM, Blum JW (2001) Activities of gamma glutamyltransferase, alkaline phosphatase and aspartate-aminotransferase in colostrum, milk and blood plasma of calves fed first colostrum at 0-2, 6-7, 12-13 and 24-25h after birth. **Journal of the Veterinary Medical Association.** 48: 179-185.
- Zimmermann MJ et al. (2019) Comparison of different functions to describe growth from weaning to maturity in crossbred beef cattle. **J. Anim. Sci.** 97:1523-1533.