



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM REPRODUÇÃO ANIMAL NA AMAZÔNIA**

JAMYLE CAROLLYNE MELEM SANTOS

**BIOMARCADORES BIOQUÍMICOS SÉRICOS DE BEZERROS BUBALINOS, DO
NASCIMENTO AOS 18 MESES DE IDADE**

**BELÉM-PA
2022**

JAMYLE CAROLLYNE MELEM SANTOS

**BIOMARCADORES BIOQUÍMICOS SÉRICOS DE BEZERROS BUBALINOS, DO
NASCIMENTO AOS 18 MESES DE IDADE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Reprodução Animal na Amazônia da Universidade Federal Rural da Amazônia para a obtenção do título de Mestre em Reprodução Animal.

Área de Concentração

Reprodução de Animais Domésticos e Silvestres

Linha de pesquisa

Teriogenologia

Comitê de Orientação

Prof. Dr. Rinaldo Batista Viana, orientador

Prof. Dr. Bruno Moura Monteiro, coorientador

Prof. Dr. Paulo Alex Machado Carneiro, coorientador

**BELÉM
2022**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Bibliotecas da Universidade Federal Rural da Amazônia
Gerada automaticamente mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

S237b Santos, Jamyle Caollyne Melem

Biomarcadores bioquímicos séricos de bezerros bubalinos do nascimento aos 18 meses de idade / Jamyle Caollyne Melem Santos. - 2022.
64 f. : il. color.

Dissertação (Mestrado) - Programa de PÓS-GRADUAÇÃO em Reprodução Animal na AMAZÔNIA (ReproAmazon), Campus Universitário de Belém, Universidade Federal Rural Da Amazônia, Belém, 2022.

Orientador: Prof. Dr. Rinaldo Batista Viana
Coorientador: Prof. Dr. Bruno Moura Monteiro.

1. Búfalo. 2. Bioquímicos. 3. Veterinária. I. Viana, Rinaldo Batista, orient. II. Título

CDD 572.4

FOLHA DE APROVAÇÃO

Nome: SANTOS, Jamyle Carollyne Melem

Título: BIOMARCADORES BIOQUÍMICOS SÉRICOS DE BEZERROS BUBALINOS, DO NASCIMENTO AOS 18 MESES DE IDADE

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Reprodução Animal na Amazônia da Universidade Federal Rural da Amazônia para a obtenção do título de Mestre em Reprodução Animal.

Área de Concentração: Reprodução dos Animais Domésticos e Selvagens

Aprovado em: 29/08/2022

Banca Examinadora

Prof. Dr. Rinaldo Batista Viana, Orientador e Presidente

Universidade Federal Rural da Amazônia – Ufra

Documento assinado digitalmente



RINALDO BATISTA VIANA
Data: 17/12/2022 11:29:37-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Julgamento: Aprovada

Assinatura: _____

Profa. Dra. Waleska de Melo Ferreira Dantas, membro titular

Gerente Técnica Tecsa Laboratórios na Tecsa

Julgamento: Aprovada

Assinatura: *Waleska de Melo Ferreira Dantas*

Prof. Titular Dr. José Dantas Ribeiro Filho, membro titular

Universidade Federal de Viçosa

Julgamento: Aprovada

Assinatura: *J. D. R. Filho*

Dr. Damázio Campos de Souza, membro titular

Médico Veterinário Prefeitura Municipal de Salvaterra

Julgamento: Aprovada

Assinatura: 



Comissão de Ética no
Uso de Animais CEUA/UFRA



CERTIFICADO

Certificamos que a proposta intitulada "BIOMARCADORES HEMATOLÓGICOS E BIOQUÍMICOS DE BEZERROS BUBALINOS MISTIÇOS DO NASCIMENTO AO DESMAME", protocolada sob o CEUA nº 4803280520 (ID 000100), sob a responsabilidade de **Rinaldo Batista Viana** e equipe; *Bruno Moura Monteiro; Manoel Domício Gonçalves de Souza Júnior; emanuelle ferreira pinto; Johnny Luiz Silva de Oliveira; João Lucas da Graça Andrade Costa* - 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 - está de acordo com os preceitos da Lei 11.794 de 8 de outubro de 2008, com o Decreto 6.899 de 15 de julho de 2009, bem como com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA), e foi **aprovada** pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal Rural da Amazônia (CEUA/UFRA) na reunião de 17/06/2020.

We certify that the proposal "BIOMARKERS HEMATOLOGICAL AND BIOCHEMISTS OF CALVES BUFFALOES BIRTH TO WEANING", utilizing 24 Buffalos (males and females), protocol number CEUA 4803280520 (ID 000100), under the responsibility of **Rinaldo Batista Viana** and team; *Bruno Moura Monteiro; Manoel Domício Gonçalves de Souza Júnior; emanuelle ferreira pinto; Johnny Luiz Silva de Oliveira; João Lucas da Graça Andrade Costa* - which involves the production, maintenance and/or use of animals belonging to the phylum Chordata, subphylum Vertebrata (except human beings), for scientific research purposes or teaching - is in accordance with Law 11.794 of October 8, 2008, Decree 6899 of July 15, 2009, as well as with the rules issued by the National Council for Control of Animal Experimentation (CONCEA), and was **approved** by the Ethic Committee on Animal Use of the Federal Rural University of Amazonia (CEUA/UFRA) in the meeting of 06/17/2020.

Finalidade da Proposta: **Pesquisa (Acadêmica)**

Vigência da Proposta: de **08/2020** a **06/2022** Área: **Medicina Veterinária**

Origem: **Biotério Unidade de Bubalinocultura Leiteira "Eva Daher Abufaiad"**

Espécie: **Bubalinos** sexo: **Machos e Fêmeas** idade: **0 a 18 meses** N: **24**

Linhagem: **Murrah x Mediterrâneo** Peso: **35 a 450 kg**

Local do experimento: Caracterização do local O estudo será realizado no Biotério Unidade Bubalinocultura Leiteira Eva Daher Abufaiad, pertencente ao Instituto da Saúde e Produção Animal da Universidade Federal Rural da Amazônia, campus Belém, estado do Pará. Segundo a classificação de Köppen-Geiger (2006), o clima no município é classificado como Af, apresentando o índice pluviométrico significativo ao longo do ano, com média anual pluviométrica de 2537 mm, cujo mês de novembro é o mais seco, com cerca de 89 mm e a maior parte da precipitação ocorre no mês de março com 380 mm mm e possui temperatura média de 26,8°C (INMET, 2019).

Belém, 29 de março de 2021

Profa. Dra. Natalia Guarino Souza Barbosa
Coordenadora da Comissão de Ética no Uso de Animais
Universidade Federal Rural da Amazônia

Profa. Dra. Ernestina Ribeiro dos Santos Neta
Vice-Coordenadora da Comissão de Ética no Uso de Animais
Universidade Federal Rural da Amazônia

DEDICATÓRIA

*A minha família, que é o que me mantém de pé e me dá forças para não desistir. À minha mãe, Telma Melém que por muitas vezes ficou acordada ao meu lado para me apoiar e cuidar de mim. Aos meus filhos **Joaquim** e **José Bento** que mesmo não compreendendo muito bem, mas aceitaram os meus momentos de ausência. Ao meu marido **Aerlison** pelo incentivo, força e disposição em ajudar.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço

A Deus por ter me proporcionado viver e conseguir chegar até aqui, mediante tantas provações que a vida tem me dado.

*Ao meu orientador **Prof. Dr. Rinaldo Batista Viana**, por esses 15 anos de orientação, muitas vezes se mostrou mais que um orientador, é um conselheiro para a vida, a quem eu agradeço a confiança, paciência, apoio e compreensão.*

Aos meus coorientadores, Prof Dr. Bruno Moura e Prof. Dr. Paulo Alex por sua valiosa contribuição nesse trabalho.

Aos Prof. Dr. José Dantas Ribeiro Filho e Profa. Dra. Waleska de Melo Ferreira Dantas pelo processamento das amostras que foi de fundamental importância para o desenvolvimento e conclusão deste trabalho.

Aos meus amigos Brenda Ventura e Anderson Coelho, por terem me ajudado incansavelmente para que esta dissertação fosse concluída, me esclarecendo dúvidas e me auxiliando no que fosse possível, deixando até mesmo as suas obrigações de lado.

À Universidade Federal Rural da Amazônia e ao Programa de Pós-graduação em Reprodução Animal na Amazônia que me deu a oportunidade de realizar mais uma etapa acadêmica.

*A todos os membros do **Gaia** que contribuíram de forma incansável para a execução deste trabalho.*

A BIOCLIN 2200 pela parceria com a concessão dos kits para que parte deste experimento pudesse ser realizada.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Médias, erros-padrão das médias, valores mínimo e máximo, intervalos de confiança a 95% (IC 95%) mínimos e máximos para Transaminase glutâmico oxalacética, Transaminase glutâmico pirúvica, Gama glutamil transferase, Fosfatase alcalina, Proteínas totais, Albumina, Creatinina enzimática, Triglicérides e Colesterol, de bezerros bubalinos do nascimento aos 18 meses de idade, mestiços Murrah x Mediterrâneo, criados em lotação continuada no trópico úmido amazônico.....34 a 36

Tabela 2 - Médias, erros-padrão das médias, valores mínimo e máximo, intervalos de confiança a 95% (IC 95%) mínimos e máximos para Uréia, Creatinina quinase, Fósforo, Magnésio, Cloro, Ferro, Ferritina, Proteína C reativa, Frutosamina, de bezerros bubalinos do nascimento aos 18 meses de idade, mestiços Murrah x Mediterrâneo, criados em lotação continuada no trópico úmido amazônico.....44 a 46

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Esquema do período de colheita das amostras para determinação de biomarcadores hemático e sanguíneos dos bezerros bubalinos. D0 (nascimento), D7, D14, D21, D28 (aos sete, 14, 21 e 28 dias de idade). E a partir de então mensalmente aos 2, 3, 4 ...até os 18 meses de idade.9
- Figura 2 - Médias \pm erros-padrão das médias para Transaminase glutâmico oxalacética (UL-1) de bezerros bubalinos do nascimento aos 18 meses de idade, mestiços Murrah x Mediterrâneo, criados em lotação continuada no trópico úmido amazônico.33
- Figura 3 - Médias \pm erros-padrão das médias para Transaminase pirúvica (U L-1) de bezerros bubalinos do nascimento aos 18 meses de idade, mestiços Murrah x Mediterrâneo, criados em lotação continuada no trópico úmido amazônico.33
- Figura 4 - Médias \pm erros-padrão das médias para Gama glutamil transferase (U L-1) de bezerros bubalinos do nascimento aos 18 meses de idade, mestiços Murrah x Mediterrâneo, criados em lotação continuada no trópico úmido amazônico.....37
- Figura 5 - Médias \pm erros-padrão das médias para Fosfatase Alcalina (UL-1) de bezerros bubalinos do nascimento aos 18 meses de idade, mestiços Murrah x Mediterrâneo, criados em lotação continuada no trópico úmido amazônico.38
- Figura 6 - Médias \pm erros-padrão das médias para Proteínas Totais (gdL-1) de bezerros bubalinos do nascimento aos 18 meses de idade, mestiços Murrah x Mediterrâneo, criados em lotação continuada no trópico úmido amazônico.39
- Figura 7 - Médias \pm erros-padrão das médias para Albumina (gdL-1) de bezerros bubalinos do nascimento aos 18 meses de idade, mestiços Murrah x Mediterrâneo, criados em lotação continuada no trópico úmido amazônico.40
- Figura 8 - Médias \pm erros-padrão das médias para Creatinina Enzimática (mgdL-1) de bezerros bubalinos do nascimento aos 18 meses de idade, mestiços Murrah x Mediterrâneo, criados em lotação continuada no trópico úmido amazônico.....40
- Figura 9 - Médias \pm erros-padrão das médias para triglicérides (mgdL-1) de bezerros bubalinos do nascimento aos 18 meses de idade, mestiços Murrah x Mediterrâneo, criados em lotação continuada no trópico úmido amazônico.41
- Figura 10 - Médias \pm erros-padrão das médias para Colesterol (mgdL-1) de bezerros bubalinos do nascimento aos 18 meses de idade, mestiços Murrah x Mediterrâneo, criados em lotação continuada no trópico úmido amazônico.42
- Figura 11 - Médias \pm erros-padrão das médias para ureia (mgdL-1) de bezerros bubalinos do nascimento aos 18 meses de idade, mestiços Murrah x Mediterrâneo, criados em lotação continuada no trópico úmido amazônico.43
- Figura 12 - Médias \pm erros-padrão das médias para Creatinina Quinase (UL-1) de bezerros bubalinos do nascimento aos 18 meses de idade, mestiços Murrah x Mediterrâneo, criados em lotação continuada no trópico úmido amazônico.47

Figura 13 - Médias \pm erros-padrão das médias para Fósforo UV (mgdL-1) de bezerros bubalinos do nascimento aos 18 meses de idade, mestiços Murrah x Mediterrâneo, criados em lotação continuada no trópico úmido amazônico.	48
Figura 14 - Médias \pm erros-padrão das médias para Magnésio (mgdL-1) de bezerros bubalinos do nascimento aos 18 meses de idade, mestiços Murrah x Mediterrâneo, criados em lotação continuada no trópico úmido amazônico.	49
Figura 15 - Médias \pm erros-padrão das médias para Cloro (mEqL-1) de bezerros bubalinos do nascimento aos 18 meses de idade, mestiços Murrah x Mediterrâneo, criados em lotação continuada no trópico úmido amazônico.	50
Figura 16 - Médias \pm erros-padrão das médias para Ferro (μ gdL-1) de bezerros bubalinos do nascimento aos 18 meses de idade, mestiços Murrah x Mediterrâneo, criados em lotação continuada no trópico úmido amazônico.	52
Figura 17 - Médias \pm erros-padrão das médias para Ferritina (μ gL-1) de bezerros bubalinos do nascimento aos 18 meses de idade, mestiços Murrah x Mediterrâneo, criados em lotação continuada no trópico úmido amazônico.	52
Figura 18 - Médias \pm erros-padrão das médias para Proteína C-reativa (PCR) (mgdL-1) de bezerros bubalinos do nascimento aos 18 meses de idade, mestiços Murrah x Mediterrâneo, criados em lotação continuada no trópico úmido amazônico.....	54
Figura 19 - Médias \pm erros-padrão das médias para Frutosamina (μ mol L-1) de bezerros bubalinos do nascimento aos 18 meses de idade, mestiços Murrah x Mediterrâneo, criados em lotação continuada no trópico úmido amazônico.	54

SUMÁRIO

1. CONTEXTUALIZAÇÃO	10
1.1 Perfil Bioquímico.....	11
1.2.1 Lipidograma.....	12
1.2.2 Proteinograma.....	13
1.2.3 Avaliação laboratorial dos metabólitos.....	14
1.2.4 Avaliação laboratorial de enzimas séricas.....	15
2. OBJETIVOS GERAIS DA DISSERTAÇÃO	18
2.1 Objetivo geral.....	19
2.2 Objetivos específicos.....	19
3. INTRODUÇÃO	25
4. MATERIAL E MÉTODOS	26
4.1 Caracterização do local.....	27
4.2 Delineamento experimental.....	27
4.3 Colheitas biológicas e análises.....	28
4.4 Análise Estatística.....	28
5. RESULTADOS	30
6. CONCLUSÕES	58



Contextualização

CAPÍTULO 1

1 CONTEXTUALIZAÇÃO

Compõem essa dissertação dois capítulos. Uma contextualização tratada aqui como **Capítulo 1**, em que se abordam a problemática em tela, trazendo uma revisão narrativa sobre os biomarcadores bioquímicos de bezerros bubalinos.

No **Capítulo 2** são descritos os resultados do estudo experimental “BIOMARCADORES BIOQUÍMICOS SÉRICOS DE BEZERROS BUBALINOS, DO NASCIMENTO AOS 18 MESES DE IDADE” realizado no Biotério Unidade de Bubalinocultura Leiteira Eva Daher Abufaiad, BUBali/ISPA/Ufra.

1.1 Perfil Bioquímico

A análise do perfil metabólico dos animais pode ser utilizada para complementar a avaliação clínica (MUNDIM et al., 2007) destes, quando enfermos, ou para marcar estádios fisiológicos específicos. Ademais, os resultados das análises bioquímicas realizadas no soro e/ou plasma sanguíneo trazem importantes contribuições para o diagnóstico de diversas enfermidades (SOUZA et al. 2004).

A partir do plasma sanguíneo revela-se o quadro metabólico dos tecidos bem como da funcionalidade dos principais órgãos. A determinação dos biomarcadores bioquímicos, tem por objetivo contribuir substancialmente no diagnóstico precoce de desequilíbrios metabólicos oriundos de processos patológicos que acometem animais ruminantes, podendo nortear e orientar tratamentos mais assertivos (GONZÁLEZ; SCHEFFER, 2002).

Na medicina veterinária a aplicação clínica dos perfis bioquímicos perpassa pela determinação e correta interpretação dos constituintes bioquímicos hematológicos que serão úteis para avaliação clínica do animal, porém também podem auxiliar na avaliação das condições nutricionais e metabólicas. Além disso a existência de muitos metabólitos fornece informações acerca dos processos adaptativos do organismo, metabolismo energético, proteico e mineral o que fornece elementos para interpretação do comportamento funcional hepático, renal, pancreático além de ósseo e muscular (GONZÁLEZ; SCHEFFER, 2002a; GONZÁLEZ; SCHEFFER, 2002b).

Em ruminantes a partir do metabolismo proteico determina-se os valores de ureia, níveis de proteínas totais, albumina e globulinas entre outros. Já o metabolismo

mineral é revelado os níveis de cálcio, fósforo, magnésio, potássio, ferro, cobre, zinco, cloreto, selênio, iodo entre outros. Além disso o perfil metabólico pode incluir o quadro enzimático e outros metabólitos os quais permitem avaliar a homeostasia do animal (GONZALEZ; SILVA, 2006).

No trópico úmido amazônico foram realizados alguns estudos (citar quais...) sobre a bioquímica de bubalinos, onde mais especificamente na Amazônia oriental, analisando os valores bioquímicos de bubalinos (FONTES et al. 2014), alguns destes biomarcadores foram influenciados pela idade e sexo dos animais, como a enzima aspartato aminotransferase, encontrada em maior valor nos animais machos de idade mais avançada; concentrações de creatinina, bilirrubina direta e proteínas totais que também sofreram influência da faixa etária, com maiores valores no grupo de animais mais velhos, em que possivelmente a aspartato aminotransferase e creatinina estavam relacionadas ao maior depósito de músculos nos animais mais velhos. Entretanto, os resultados citados no estudo de Fontes et al. (2014) diferem daqueles reportados por Benesi et al. (2005) ao relatarem maiores valores de creatinina em animais mais jovens e menores valores de proteína total nos animais mais novos.

Nesse sentido, destaca-se a importância do conhecimento dos parâmetros laboratoriais para que a interpretação seja realizada da maneira mais correta possível, afinal, fatores como espécie, raça, idade, estado nutricional, condições edafoclimáticas, estádios fisiológicos (exempli gratia a gestação, sobretudo o periparto), bem como a região geográfica da criação podem influenciar nos valores de referências (SOUZA et al. 2004; THRALL et al., 2007; MUNDIM, 2008). Embora existam estudos sobre os constituintes bioquímicos de búfalos criados no Brasil, percebe-se que dada a variedade de fatores que influenciam nos constituintes bioquímicos sanguíneos, ainda se justificam estudos acerca do tema

1.1.1 Lipidograma

Participando de várias funções, os lipídios são importantes para o metabolismo animal, pois juntamente com os carboidratos e as proteínas proporcionam uma fonte calórica de estocagem energética, a qual é necessária para manutenção das funções metabólicas. Atuam também como isolantes térmicos e no controle da permeabilidade da membrana celular (THRALL et al., 2007; KANEKO; HARVEY; BRUSS, 2008).

Dentre os lipídios mais importantes para o organismo animal, estão os ácidos graxos não-esterificados (NEFA, da sigla em inglês *Non-esterified Free Fatty Acids*), triglicérides, fosfolipídios e colesterol (KANEKO; HARVEY; BRUSS, 1997; THRALL et al., 2007;). O colesterol, sintetizado e catabolizado no fígado é precursor de hormônios esteroides, vitamina D, ácidos biliares, e constituinte de membranas celulares e micelas biliares (THRALL et al., 2007; KANEKO; HARVEY; BRUSS, 2008).

Como não é hidrossolúvel, o colesterol não exerce força osmótica e é transportado no sangue ligado a proteínas, formando compostos chamados de lipoproteínas (THRALL et al., 2007). O colesterol é eliminado na forma de ácidos biliares, portanto, a hipercolesterolemia pode estar relacionada à obstrução biliar extra-hepática, fibrose hepática e hiperplasia do ducto biliar (KANEKO; HARVEY; BRUSS, 2008).

Com relação às lipoproteínas carreadoras dos lipídios no plasma, pode-se classificá-las como: lipoproteínas de alta densidade (HDL), lipoproteínas de baixa densidade (LDL), lipoproteínas de densidade intermediária (IDL) e VLDL, variando de maior densidade, quando têm proporcionalmente grande quantidade de proteínas, até a menor densidade, quando se constituem principalmente de lipídios (THRALL et al., 2007; KANEKO; HARVEY; BRUSS, 2008).

1.1.2 Proteinograma

As proteínas representam a maior fração dos componentes plasmáticos. Sua síntese depende da disponibilidade de diversos aminoácidos (AA), dos quais apenas metade é produzida nas células dos mamíferos, os demais precisam ser adquiridos pelo animal, geralmente através da dieta. Entretanto, a relação simbiótica entre os ruminantes e a microbiota residente no rúmen permite a esses a síntese de todos os aminoácidos necessários, sem necessidade de fornecê-los diretamente na dieta (ECKERSALL, 2008; STOCKHAM; SCOTT, 2008).

As proteínas compõem estruturas celulares, tecidos e órgãos. Além disso atuam como catalisadores enzimáticos em diversas reações bioquímicas, regulações hormonais, carreadores de constituintes do plasma, além de atuarem como nutrientes e anticorpos. A avaliação laboratorial dos níveis de proteínas no plasma e do soro sanguíneo é um componente importante dos exames hematológicos e bioquímicos,

pois demonstram anormalidades que podem estar relacionadas a diversas enfermidades (THRALL et al., 2007; LEAL et al., 2003).

Para o funcionamento do metabolismo, as proteínas são constantemente transformadas e reorganizadas para suprir necessidades em diferentes tecidos do corpo, processo chamado *turn over*, havendo sempre equilíbrio entre os processos de síntese e degradação. A albumina é uma das proteínas mais abundantes no plasma, correspondendo a cerca de 50% do total e entre suas principais funções está o fornecimento de aminoácidos para o *turn over* em diversos tecidos (ECKERSALL, 2008; GONZÁLEZ et al., 2000).

A taxa em que esse processo ocorre pode ser expressa pela meia vida da proteína no plasma, no caso dos ruminantes, a meia vida da albumina é de cerca de 16 dias para os bovinos e 14 dias para ovinos. Contudo, o único órgão que sintetiza a albumina é o fígado logo, em caso de falhas na síntese, a hipoalbuminemia pode ser um sinal encontrado nos exames laboratoriais. Durante os processos metabólicos, as proteínas podem ser quebradas não apenas em aminoácidos, mas também em frações menores de compostos nitrogenados, que são absorvidos e juntamente com os AA transportados ao fígado para reiniciar os processos de síntese (COLES, 1984; ECKERSALL, 2008; KANEKO; HARVEY; BRUSS, 2008).

1.1.3 Avaliação laboratorial dos metabólitos

Além da secreção de hormônios, outra função dos rins é excretar resíduos do metabolismo e regular o volume e a composição do líquido extracelular. A creatinina é formada como resultado da condensação e desidratação espontânea da creatina muscular, a produção diária de creatinina é relativamente constante e não é influenciada por fatores não renais, como é o caso da ureia (THRALL et al., 2007; REECE, 1996).

A creatinina plasmática é quase inteiramente derivada do catabolismo da creatina no tecido muscular. É um metabólito da energia armazenada no músculo na forma de fosfato de creatina, e sua degradação em creatinina ocorre continuamente, sendo responsável por cerca de 2% do total da creatina diária. A excreção ocorre apenas pelos rins, pois não é absorvida ou reutilizada pelo corpo, dessa forma os níveis de creatinina sérica ou plasmática refletem a taxa de filtração renal e, quando

elevados, podem indicar, além de lesão muscular, uma falha na função renal (GONZÁLEZ; SCHEFFER, 2002; STOCKHAM; SCOTT, 2008).

Geralmente, os valores de ureia e creatinina são usados para avaliar a função renal dos rebanhos e fornecer subsídios para o diagnóstico e/ou prognóstico de inúmeras doenças renais. A ureia é sintetizada a partir do fígado por meio do catabolismo dos aminoácidos que não foram utilizados no *turnover* das proteínas e da reciclagem da amônia no rúmen, e é excretada principalmente na urina, apesar de uma pequena quantidade pode ser excretada no intestino (GONZÁLEZ; SCHEFFER, 2002; KANEKO; HARVEY; BRUSS, 2008).

O nitrogênio úrico no sangue (NUS) é um dos parâmetros sanguíneos tradicionalmente usados para avaliar a taxa de filtração glomerular. A maior parte da ureia produzida pelo corpo é excretada na urina por filtração glomerular, mas há também uma fração que é reabsorvida nos túbulos renais, o que ajuda a manter o gradiente de concentração medular do rim (THRALL et al., 2007).

1.1.4 Avaliação laboratorial de enzimas séricas

A atividade celular é o resultado de inúmeras reações químicas que ocorrem com o auxílio de proteínas especiais, as enzimas, que funcionam acelerando as reações químicas, reduzindo a energia de ativação necessária para sintetizar e/ou quebrar certas ligações químicas. Envolvido em todos esses processos está o fígado, com sua participação no metabolismo de carboidratos, lipídios e proteínas, na desintoxicação e excreção de catabólitos e substâncias tóxicas, digestão e síntese de vários fatores de coagulação (BACILA, 2003; THRALL et al., 2007; TENNANT; CENTER, 2008).

As enzimas alanina aminotransferase (ALT), aspartato aminotransferase (AST), fosfatase alcalina (FA), gama glutamiltransferase (GGT) e creatina fosfoquinase (CK) são algumas das enzimas utilizadas na clínica veterinária. De acordo com Thrall et al. (2007) ALT é uma enzima extravasante que está livre no citoplasma. A atividade da ALT no músculo é menor do que no fígado, mas como a massa muscular total é maior do que a do fígado, o músculo é uma fonte importante de extravasamento.

A AST está localizada principalmente no citoplasma dos hepatócitos, no músculo esquelético e nas fibras do músculo cardíaco. Dessa forma, os danos gerados às células hepáticas podem causar um aumento na atividade sérica de AST e, portanto,

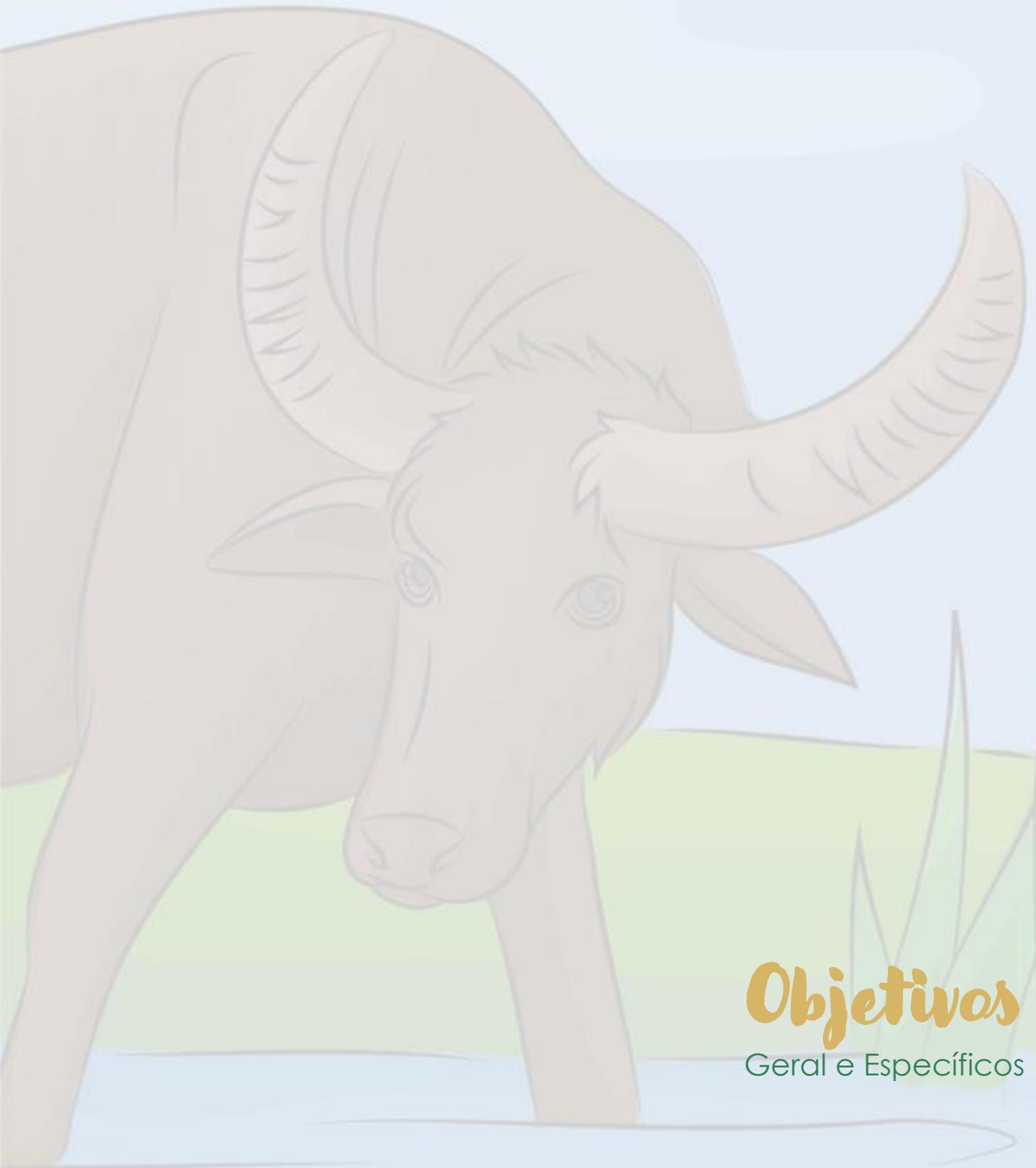
esta enzima é rotineiramente utilizada na investigação de doenças hepáticas em ruminantes. O aumento da atividade sérica pode ser causado pela mesma doença hepática causadora de alterações em ALT (THRALL et al., 2007; STOCKHAM; SCOTT, 2008). O aumento das enzimas ALT e AST também pode estar relacionado à composição e absorção do colostro (MADEROVA; NEUMAN; KOZUMPLIK, 1963), aos danos musculares causados durante o parto (BOYD, 1989), ou ao aumento da atividade física quando o animal acorda na primeira hora de vida para ingestão de colostro (FEITOSA et al., 2009).

Considerada uma enzima induzível, FA é amplamente distribuída no corpo e é sintetizada no fígado, osteoblastos, placenta, células renais e mucosa intestinal. No entanto, os hepatócitos são responsáveis pela maior parte da atividade sérica normal da enzima. Na atividade dos osteoblastos, colestase, doenças crônicas e induzidas por drogas, tumores, a produção de FA e sua concentração sérica aumentam. Na doença hepática, observa-se aumento da atividade sérica devido à colestase nas vias biliares e obstrução dos túbulos biliares (THRALL et al., 2007; STOCKHAM; SCOTT, 2008).

A GGT é sintetizada por quase todos os tecidos, mas tem a maior concentração no pâncreas e nos rins. Está presente nos hepatócitos, epitélio do ducto biliar, mucosa intestinal em baixas concentrações e em grandes quantidades nas glândulas mamárias de bovinos e ovinos, portanto, seu conteúdo no colostro destas espécies é relativamente alto, sendo transferida para os recém-nascidos junto com os anticorpos maternos (THRALL et al., 2007; STOCKHAM; SCOTT, 2008). Depois que ruminantes recém-nascidos ingerem colostro, suas atividades séricas das enzimas GGT, ALT e AST aumentam significativamente. Thompson e Pauli (1981) apontaram que em bezerros que se alimentam de colostro, a atividade sérica de (GGT) atingiu o nível de bovinos adultos durante cinco a seis semanas de vida.

A CK é uma das enzimas mais sensíveis na indicação de danos musculares. Injeção intramuscular, decúbito prolongado, necrose, tremores excessivos ou convulsões, traumas, são alguns dos exemplos que podem levar ao aumento nos níveis séricos de CK (STOCKHAM; SCOTT, 2008). Kramer e Hoffman (1997) afirmam que, para avaliação de lesões musculares, as dosagens conjuntas de CK e AST são recomendadas, sendo a primeira mais relacionada com processos agudos e a segunda mais expressiva em processos crônicos ou em recuperação.

Fontes et al. (2014) observaram que na comparação dos parâmetros bioquímicos entre as faixas etárias, verificou-se que a idade influenciou a atividade das enzimas AST e FA e as concentrações de creatinina, proteínas totais e bilirrubina direta. A atividade da enzima AST e as concentrações de creatinina e bilirrubina direta foram significativamente maiores nos animais da maior faixa etária (G3), enquanto a atividade de FA foi maior ($p < 0,05$) nos animais das menores faixas etárias (G1 e G2). Souza et al. (2019) avaliando o perfil bioquímico do soro de bezerros bubalinos também verificaram que o fator etário influenciou os valores encontrados para AST, ALT, GGT e CK, além de alguns minerais e proteínas.



Objetivos

Geral e Específicos

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

- Determinar a influência da idade e estabelecer os intervalos de referência para os biomarcadores bioquímicos de bezerros bubalinos, do nascimento aos 18 meses de idade.

2.2 Objetivos específicos

- Quantificar os efeitos etários sobre os biomarcadores bioquímicos de bezerros bubalinos, do nascimento aos 18 meses de idade;
- Determinar os intervalos de confiança (95% das amostras observadas) para os biomarcadores bioquímicos de bezerros bubalinos, do nascimento aos 18 meses de idade;
- Por fim, estabelecer os intervalos de referência para os biomarcadores bioquímicos de bezerros bubalinos, do nascimento aos 18 meses de idade.

REFERÊNCIAS

- BACILA, M. Bioquímica veterinária. Editora Robe, 2ª edição, 583 p. São Paulo, 2003.
- BENESI, F. J. COELHO, C. S., LEAL, M. L. DO R., MIRANDOLA, R. M. S., & LISBÔA, J. A. N. Parâmetros bioquímicos para avaliação da função renal e do equilíbrio hidroeletrólítico em bezerras sadias, da raça Holandesa, no primeiro mês de vida. Brazilian Journal veterinary Research and animal Science, São Paulo, v. 42, n. 4, p. 291-298, 2005. <https://doi.org/10.11606/issn.1678-4456.bjvras.2005.26424>
- BOYD, J. W. Serum enzyme changes in newborn calves fed colostrum. Veterinary Clinical Pathology, v. 18, n. 2, p. 47-51, 1989 <https://doi.org/10.1111/j.1939-165X.1989.tb00514.x>
- COLES, E. H. Patologia clínica veterinária. 3. ed. Barueri: Manole, 1984. 486-566 p.
- ECKERSALL, P.D. Proteins, proteomics and the dysproteinemias. In: KANEKO, J.J; HARVEY, J.W.; BRUSS, M.L. Clinical Biochemistry of Domestic Animals. Academic Press, 6th edition, 2008.
- FEITOSA, F.L.F.; PEIRÓ, J.R.; MENDES, L.C.N.; CADIOLI, F.A.; CAMARGO, D.G.; YANAKA, R.; BOVINO, F.; PERRI, S.H.V. Determinação do perfil bioquímico hepático sérico de bezerros holandeses e mestiços na região de Araçatuba/SP. Ciência Animal Brasileira, s. 1, Anais do III Congresso Brasileiro de Buiatria, p. 250 - 255, 2009. <https://www.revistas.ufg.br/vet/article/view/7759>
- FONTES, D. G., MONTEIRO, M. V. B., JORGE, E. M., OLIVEIRA, C. M. C., RITTER, R. A., BARBOSA NETO, J. D., SILVA FILHO, E., MONTEIRO, F., O.B. Perfil hematológico e bioquímico de búfalos (*Bubalus bubalis*) na Amazônia Oriental. Pesquisa Veterinária Brasileira, Rio de Janeiro, v. 34, supl. 1, p. 57-63, dez. 2014. <https://doi.org/10.1590/S0100-736X2014001300011>
- GONZÁLEZ, F. H. D; SILVA, S. C. Introdução a bioquímica clínica veterinária. 2. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2006. 358 p. <https://www.ufrgs.br/lacvet/livros/introducao-a-bioquimica-clinica-veterinaria/>
- GONZALEZ, F. H. D., BARCELLOS J., PATIÑO, H. O., RIBEIRO, L. A., Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais. Porto Alegre: UFRGS, 2000. p. 108; 2000. <https://www.ufrgs.br/lacvet/restrito/pdf/perfil%20nutricional%20ruminantes.pdf>
- GONZÁLEZ, F. H. D.; SCHEFFER, J. F. S. Perfil sanguíneo: ferramenta de análise clínica metabólica e nutricional. Avaliação metabólito-nutricional de vacas leiteiras por meio de fluidos corporais (sangue, leite e urina) In: CONGRESSO NACIONAL DE MEDICINA VETERINÁRIA, 29., 2002, Gramado,RS, Brasil. Anais... Gramado,RS: SBMV E SOVERGS, 2002. p. 5-17.a

GONZÁLEZ, F. H. D.; SCHEFFER, J. F. S. Perfil sanguíneo: ferramenta de análise clínica, metabólica e nutricional. In: CONGRESSO NACIONAL DE MEDICINA VETERINÁRIA, 29., 2002, Gramado. Anais... Porto Alegre: UFRGS, 2002.b <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/13177/000386508.pdf>

KANEKO, J. J.; HARVEY, I.W.; BRUSS, M.L. Clinical biochemistry of domestic animal.5.ed. San Diego: Academic Press, 1997. 932p. <https://www.elsevier.com/books/clinical-biochemistry-of-domestic-animals/kaneko/978-0-12-370491-7>

KANEKO, J. J.; HARVEY, J. W.; BRUSS, M. L. Clinical biochemistry of domestic animals. 7.ed. San Diego: Academic Press, 2008b. 912 p

KRAMER, J. W.; HOFFMANN, W. E. Clinical enzymology. In: KANEKO, J. J.; HARVEY, J. W.; BRUSS, M. L. (Ed.) Clinical biochemistry of domestic animals. 5.ed. San Diego: Academic Press, 1997. cap.12, p. 303-325

LEAL, M. L. R.; BENESI, F. J.; LISBÔA, J. A. N.; COELHO, C. S.; MIRANDOLA, R. M. S. Proteinograma sérico de bezerras sadias da raça holandesa, no primeiro mês pós-nascimento. Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science, v. 40, n. 2, p. 138-145, 2003. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-95962003000200008>

MADEROVA, V.; NEUMAN, V.; KOZUMPLIK, F. Development of serum transaminase activity in very young calves. Sborn Vyz SK Zemeldelsk Brno, n. 11, p. 187-188, 1963.

MUNDIM, A. V. Perfil bioquímico sérico em potros Bretão Posteir e cães Doberman em fase de crescimento e de cabras Saanen nos diferentes estádios de lactação. 75 p. Tese (Doutorado em Genética e Bioquímica) – Instituto Genético e Bioquímico. Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia, 2008.

REECE, W. O. Dukes fisiologia dos animais domésticos. 11 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996. p. 521-545.

SILVA, J. A. R.; ARAÚJO, A. A.; LOURENÇO JÚNIOR, J. B.; VIANA, R. B.; SANTOS, N. F. A.; GARCIA, A. R. Perfil hematológico de búfalas da raça Murrah, criadas ao sol e à sombra, em clima tropical da Amazônia Oriental. Acta Amazônica, v. 41, p. 425-430, 2011. <https://doi.org/10.1590/S0044-59672011000300014>

SOUZA, D. C., SILVA, D. G., ROCHA, T. G., MONTEIRO, B. M., PEREIRA, G. T., FIORI, L. C., VIANA, R.B., FAGLIARI, J. J. Serum biochemical profile of neonatal buffalo calves. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v. 71, n. 1, p. 187-196, 2019. <https://doi.org/10.1590/1678-4162-10176>

SOUZA, R. M. de; JUNIOR, E. H. B.; AYRES, M. C. C.; BIRGEL, E. H. Influência dos fatores raciais na função hepática de bovinos da raça Holandesa e Jersey. Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science, 41:306-312, 2004. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-95962004000500003>

STOCKHAM, S.L.; SCOTT, M.A. Fundamentals of Veterinary Clinical Pathology. Blackwell Publishing, 2nd. edition, 2008.

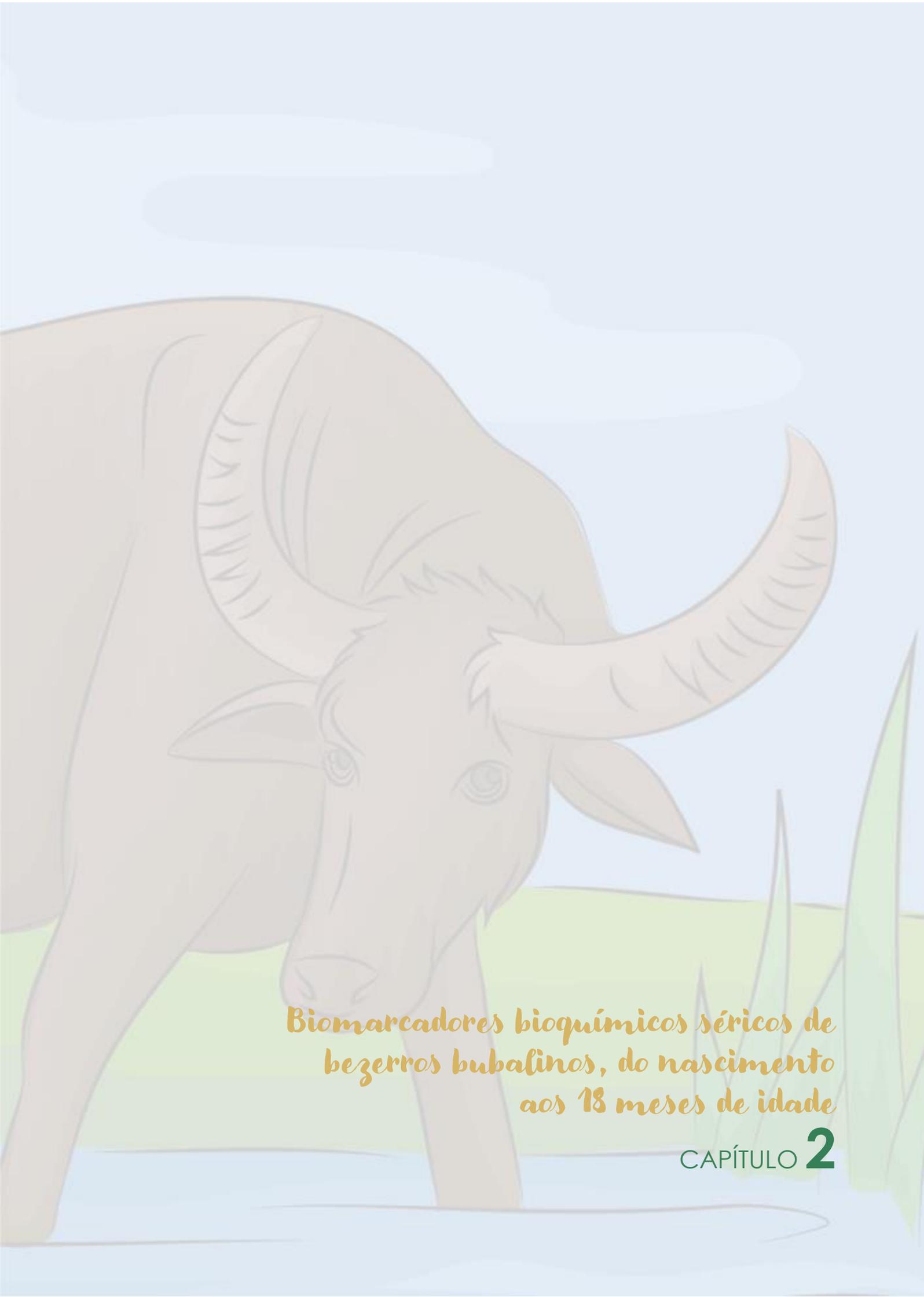
TAJIK, J.; NAZIFI, S. Correlation of serum lipids and lipoproteins with trace elements in water buffalo (*Bubalus bubalis*). Veterinary Research Forum, v. 1, n. 2, p. 91-97, 2010. http://vrf.iranjournals.ir/article_1489.html

TENNANT, B.C.; CENTER, S.A. Hepatic Function. In: KANEKO, J.J; HARVEY, J.W.; BRUSS, M.L. Clinical Biochemistry of Domestic Animals. Academic Press, 6th edition, 2008.

THOMPSON, J. C.; PAULI, J. V. Colostral transfer of gamma glutamyl transpeptidase in calves. New Zealand Veterinary Journal, v. 29, n. 12, p. 223-226, 1981. <https://doi.org/10.1080/00480169.1981.34851>

THRALL, M. A.; BAKER, D. C.; CAMPBELL, T. W.; DENICOLA, D.; FETTMAN, M.J.; LASSEN, E. D.; REBAR, A.; WEISER, G. Hematologia e bioquímica clínica veterinária. São Paulo: Roca, 2007. 580 p. <https://www.grupogen.com.br/e-book-hematologia-e-bioquimica-clinica-veterinaria>

VERDURICO, L. C. Avaliação de búfalas da raça Mediterrâneo durante o período de transição e início de lactação e de bezerros lactentes até o desmame. 2010. 119 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2010. c



*Biomarcadores bioquímicos séricos de
bezerros bubalinos, do nascimento
aos 18 meses de idade*

CAPÍTULO **2**

BIOMARCADORES BIOQUÍMICOS SÉRICOS DE BEZERROS BUBALINOS, DO NASCIMENTO AOS 18 MESES DE IDADE

Serum biochemical biomarkers of buffalo calves from birth to 18 months of age

Jamyle Carollyne Melem dos Santos¹, Waleska de Melo Ferreira Dantas², Bruno Moura Monteiro¹, José Dantas Ribeiro Filho³, Paulo Alex Carneiro Machado⁴, Brenda Ventura Lopes³, Anderson Silva Coelho¹, Raysa Brenda Marques Maia⁵, Rinaldo Batista Viana¹

¹Programa de Pós-graduação em Reprodução Animal da Amazônia, Universidade Federal Rural da Amazônia/Universidade Federal do Pará, Belém, PA, Brasil.

²Gerente Técnica Tecsa Laboratórios na Tecsa Laboratórios

³Programa de Pós-graduação em Medicina Veterinária, Departamento de Veterinária / Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, Brasil

⁴Instituto Federal do Amazonas, Manaus, AM, Brasil

⁵Programa de Pós-graduação em Clínica Veterinária, FMVZ/Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil.

RESUMO

A análise do perfil bioquímico dos animais é fundamental em sua avaliação clínica e determinação de bem-estar animal, inclusive no diagnóstico de enfermidades. Fatores como alimentação, categoria produtiva, manejo sanitário, idade e raça podem influenciar diretamente nos marcadores bioquímicos. Deste modo o presente trabalho objetivou avaliar a influência da idade nos biomarcadores bioquímicos de bezerros bubalinos do nascimento aos 18 meses de idade. O estudo foi realizado no Biotério Unidade Bubalinocultura Leiteira Eva Daher Abufaiad da Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, Pará. Foram utilizados 24 animais da espécie bubalina, avaliados desde o nascimento, semanalmente durante o primeiro mês e, a partir de então, mensalmente até os 18 meses. Os animais passavam por avaliação clínica, e após serem considerados saudáveis, as amostras eram colhidas para as seguintes análises laboratoriais: ureia, colesterol total, triglicérides, aspartato aminotransferase (AST), alanina aminotransferase (ALT), gama glutamil transferase (GGT), fosfatase alcalina (FA), proteínas totais (PT), albumina, fósforo, magnésio, creatina quinase (CK), ferro, proteína c reativa (PCR), ferritina, cloreto, frutossamina e creatinina. Diversos fatores podem interferir nos resultados de análises bioquímicas séricas, entre eles a faixa etária e o estágio de desenvolvimento em que o animal se encontra. No presente estudo foi possível observar que o período neonatal é aquele com maior influência sobre as variações nos resultados das análises realizadas, seguido pelo

período de transição alimentar, onde o bezerro passa a consumir forrageiras e deixa de ser apenas lactente.

Palavras Chaves: Búfalo; Bioquímica; Ruminantes; Metabólitos.

ABSTRACT

The biochemical profile analysis of animals is fundamental in their clinical evaluation and determination of animal welfare, including the diagnosis of diseases. Factors such as diet, productive category, sanitary management, age and race can directly influence biochemical markers. Thus, the present study aimed to evaluate the influence of age on biochemical biomarkers of buffalo calves from birth to 18 months of age. The study was carried out at Eva Daher Abufaiad Dairy Bubalinoculture Unit Vivarium at the Federal Rural University of Amazonia, Belém, Pará. Twenty-four animals of the buffalo species were used, evaluated from birth, weekly during the first month and, from then on, monthly until 18 months. The animals underwent clinical evaluation, and after being considered healthy, the samples were collected for the following laboratory analysis: urea, total cholesterol, triglycerides, aspartate aminotransferase (AST), alanine aminotransferase (ALT), gamma glutamyl transferase (GGT), alkaline phosphatase (ALP), total proteins (EN), albumin, phosphorus, magnesium, creatine kinase (CK), iron, c-reactive protein (CRP), ferritin, chloride, fructosamine and creatinine. Several factors can interfere with the results of serum biochemical analyses, including the age group and the stage of development in which the animal is. In the present study, it was possible to observe that the neonatal period is the one with the greatest influence over the results of the analysis carried out, followed by the feeding transition period, in which the calf starts to consume forage and is no longer just an infant.

Keywords: serum biochemical profile; neonatology; buffalo

1. INTRODUÇÃO

O período neonatal é um dos momentos mais importantes na produção animal de qualquer espécie. É um momento crítico onde o neonato precisa adaptar-se à vida no ambiente extra-uterino, passar pela transição entre estar completamente protegido e ter que lidar com o mundo e ambiente exteriores (Piccione et al., 2009). Estudos com animais da raça Murrah encontraram taxas de mortalidade nesse período entre 17% e 36%, tais dados são relevantes pois perdas ao redor de 20% entre os neonatos

podem significar até 38% de prejuízo aos lucros da produção (Pardhan e Panda, 1994; Shivahre et al., 2014; Radostits et al., 2007).

Para avaliação da sanidade dos rebanhos, é importante o conhecimento dos parâmetros considerados normais para cada espécie. Assim, tem-se a possibilidade de detecção de danos causados a órgãos e tecidos pelas mais diversas condições clínicas bem como avaliação de bem-estar animal, adaptabilidade à mudanças ambientais e climáticas e avaliação de questões nutricionais e metabólicas. Diversos fatores podem interferir nos resultados esperados dos testes realizados em uma determinada população, como raça, idade ou categoria produtiva, sistema de manejo, tamanho do rebanho, e o conhecimento destes fatores auxilia na interpretação de resultados obtidos (Klinkon e Jezek, 2012).

Como exemplo de fatores que possam interferir nos resultados esperado dos testes, temos em Birgel Junior (2003) que o eritrograma de cabras da raça saanen não tiveram modificações durante o puerpério como na espécie bovina, porém observa-se uma diferença de manejo nutricional entre as duas espécies o que pode ter influenciado diretamente nos resultados obtidos. Diferentemente do estudo do eritrograma de cabras, em Birgel Junior (2005) observamos a influência da parição e do puerpério no leucograma desses animais.

Há uma escassez de dados disponíveis para a espécie bubalina quando se trata de parâmetros para avaliação laboratorial dos animais. Dessa forma, valores definidos para as espécies bovinas acabam sendo utilizados na avaliação de búfalos, causando má interpretação dos dados, especialmente quando obtidos nas primeiras semanas de vida, afinal podem ser afetados por fatores como parto e colostragem (Pérez-Santos et al., 2015).

Portanto, é necessário conhecer a bioquímica sérica de búfalos saudáveis em diferentes idades, para que se possa fazer comparações subsequentes com possíveis processos fisiológicos e patológicos. Objetivou-se, assim, avaliar o perfil bioquímico do soro de bezerros bubalinos mestiços, observando a influência da idade nos parâmetros avaliados.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo está de acordo com os preceitos da Lei 11.794 de 8 de outubro de 2008, com o Decreto 6.899 de 15 de julho de 2009, bem como com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA),

e foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal Rural da Amazônia (CEUA/UFRA) na reunião de 17/06/2020, sob nº 4803280520/CEUA/Ufra.

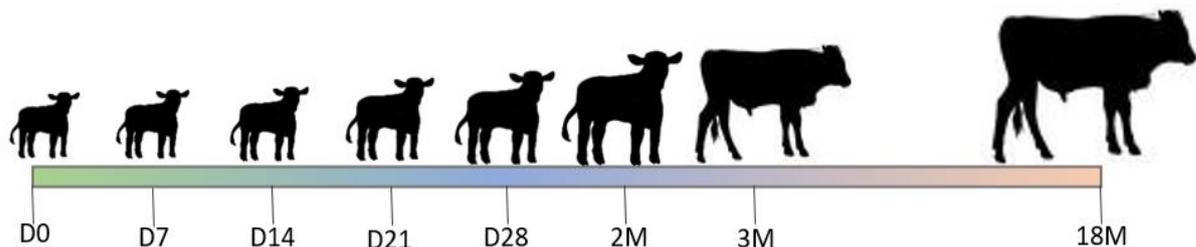
2.1 Caracterização do local de realização do estudo

O estudo foi realizado no Biotério Unidade de Bubalinocultura Leiteira Eva Daher Abufaiad, pertencente ao Instituto da Saúde e Produção Animal da Universidade Federal Rural da Amazônia, campus Belém, estado do Pará. Segundo a classificação de Köppen-Geiger (2006), o clima no município é classificado como Af, apresentando o índice pluviométrico significativo ao longo do ano, com média anual pluviométrica de 2537 mm, onde o mês de novembro é o mais seco, com cerca de 89 mm e a maior parte da precipitação ocorre no mês de março com 380 mm, possui temperatura média de 26,8°C (INMET, 2019).

2.2

Delineamento

experimental



Foram utilizados 24 animais neonatos da espécie bubalina, mestiços das raças Murrah x Mediterrâneo, sendo 13 machos e 11 fêmeas. Os bezerros permaneceram com suas mães durante todo o experimento até o desmame. Cada bezerro foi examinado clinicamente antes da amostragem para verificar o status sanitário, sendo elegíveis para o estudo aqueles sem alterações clínicas ao nascer. Os critérios de inclusão para os bezerros foram: alerta, vigor e parâmetros vitais normais ao nascer, temperatura retal normal (> 38 e $< 39,5$ ° C), frequências cardíaca e respiratória, coloração de mucosas e tempo de enchimento capilar normais (MORAES et al., 2010; TAVEIRA et al., 2016; DE LA CRUZ-CRUZ et al., 2020). Os animais foram testados periodicamente para diagnóstico da verminose gastrointestinal, sendo vermifugados de acordo com o protocolo estabelecido no BUBali/ISPA/Ufra, preconizado por Viana et al. (2020).

A amostragem iniciou-se no dia zero (D0), ou seja, no dia do nascimento do neonato, seguindo uma linha do tempo cronológica de colheitas consoante descrito

na figura 1 até os 12 meses de idade. Destaca-se que no primeiro mês as colheitas foram realizadas, imediatamente após o nascimento e a cada 7 dias até completar 28 dias. Posteriormente as colheitas eram realizadas mensalmente até os 18 meses de idade.

Assim foram realizadas 22 colheitas de cada animal do nascimento até os 18 meses de idade, totalizando 528. Em cada dia de realização da colheita, os parâmetros vitais como temperatura retal, frequência cardíaca, frequência respiratória, coloração de mucosas, tempo de enchimento capilar e movimentos ruminais foram aferidos.

Figura 1. Esquema do período de colheita das amostras para determinação de biomarcadores hemático e sanguíneos dos bezerros bubalinos. D0 (nascimento), D7, D14, D21, D28 (aos sete, 14, 21 e 28 dias de idade). E a partir de então mensalmente aos 2, 3, 4 ...até os 18 meses de idade.

2.3 Colheitas biológicas e análises laboratoriais

Foram colhidas amostras de 10 mL de sangue por punção da veia jugular externa, utilizando-se agulhas descartáveis (25 x 8mm) acopladas a tubos para colheitas à vácuo sem anticoagulante (Vacutainer, Becton Dickinson, Franklin Lakes, USA). Após a retração do coágulo, foram centrifugadas a 3.000 g por 15 minutos de onde se obteve duas alíquotas de 2,0 mL de soro sanguíneo que foram armazenadas em microtubos de centrifugação 1,5 mL graduado transparente, previamente identificados e acondicionados à temperatura de -20°C, até o momento para as seguintes análises laboratoriais: ureia, colesterol total, triglicérides, aspartato aminotransferase (AST), alanina aminotransferase (ALT), gama glutamil transferase (GGT), fosfatase alcalina (FA), proteínas totais (PT), albumina, fósforo, magnésio, creatina quinase (CK), ferro, proteína c reativa (PCR), ferritina, cloro, frutossamina e creatinina. Foram realizados testes em triplicatas. As análises foram realizadas utilizando um analisador bioquímico automático Bioclin 2200 (Bioclin®) com kits comerciais do mesmo fabricante.

A mensuração da albumina se deu por teste colorimétrico, pelo método de verde de bromocresol, onde, em presença da albumina, o verde de bromocresol forma um complexo corado, que exhibe um espectro de absorção diferente do corante no seu estado livre, permitindo, assim, a dosagem da albumina. O método para determinação quantitativa da Proteína C Reativa foi o teste imunoturbidimétrico. A reação permite

quantificar, mediante um método turbidimétrico, a concentração de PCR presente na amostra. As partículas de poliestireno recobertas com anti-PCR se misturam com a amostra formando agregados em presença de PCR. O processo de aglutinação que se forma provoca um aumento do tamanho das partículas e conseqüentemente um aumento da absorvância, que é medida por comparação com o calibrador de concentração conhecida.

A mensuração da ferritina foi através do método imunoturbidimetria, em que se determinou o ponto final da concentração da ferritina através de medição fotométrica da reação antígeno-anticorpo, entre partículas de látex marcadas com anticorpo anti-ferritina e ferritina presente na amostra.

Para a mensuração do ferro utilizou-se o método colorimétrico, em que o ferro é liberado da transferrina em um meio ácido e assim, é reduzido à sua forma ferrosa por ação da hidroxilamina, que é um composto inorgânico que participa da reação e posteriormente, reage com o ferrozine, gerando um composto de coloração violácea. A concentração da capacidade latente ligadora do ferro sérica foi obtida através do método colorimétrico, em que uma concentração conhecida de íons ferroso é incubada com soro e se liga especificamente com a transferrina nos sítios de ligação do ferro insaturado. Os íons ferrosos em excesso são medidos através de sua reação com ferrozine. A diferença entre a quantidade de ferro excedente e a quantidade total adicionada inicialmente ao soro é equivalente à quantidade ligada à transferrina, que é a capacidade latente de ligação do ferro.

2.4 Análise Estatística

A estatística descritiva foi representada pela média aritmética e erro padrão da média (EPM) para as variáveis contínuas, e porcentagem (%) para ocorrência de variáveis binomiais. Estes dados foram obtidos por meio do procedimento Means programa SAS, versão 9.3 (SAS/STAT, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA).

A estatística de inferência foi realizada por meio de análise de variância (ANOVA), comparando-se as médias de todos os animais ($n = 24$) entre as diferentes idades ($n = 22$; 0, 7, 14, 21, 28, 60, 90, 120, 150, 180, 210, 240, 270, 300, 330, 360, 390, 420, 450, 480, 510 e 540 dias). O modelo estatístico foi composto pelas variáveis classificatórias (Idade, sexo do bezerro e interação Idade*Sexo), uma variável aleatória (animal dentro de idade, i.e. Animal (Idade)) e as variáveis-resposta (biomarcadores bioquímicos).

A comparação entre as médias dos grupos de idade foi realizada por meio do teste de médias Tukey, mediante o comando Least Square Means (LSMeans) do SAS. Foi utilizado o nível de significância de 5% para todos os testes realizados. Os gráficos foram confeccionados no programa Sigmaplot versão 12.0 (Systat Software GmbH, Erkrath, Germany).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos deste estudo estão representados por meio de tabelas (Tabelas 1 e 2), as quais demonstram valores de médios, erros-padrão da média, valores mínimos e máximos (Val. Min – Val. Máx.), além dos intervalos de confiança mínimos e máximos 95% (IC 95% Min – IC 95% Máx.). Ademais, fora representado graficamente (Figuras 2 a 19) o comportamento ao longo do tempo dos constituintes dos biomarcadores bioquímicos de bezerros bubalinos, do nascimento aos 18 meses de idade, mestiços Murrah x Mediterrâneo, criados em lotação continuada na Amazônia Oriental.

Tabela 1 [1/3]. Médias, erros-padrão das médias (epm), valores mínimos (Val.Min.) e máximos (Val.Max.), intervalos de confiança a 95% (IC 95%) mínimos e máximos para enzimas e minerais séricos de bezerros bubalinos do nascimento aos 18 meses de idade, mestiços Murrah x Mediterrâneo, criados em lotação continuada na Amazônia Oriental.

Idade	Enzimas					Minerais			
	Média ± epm Val.Min - Val.Max IC95%Min - IC95%Max					Média ± epm Val.Min - Val.Max IC95%Min - IC95%Max			
	AST UL^{-1}	ALT UL^{-1}	GGT UL^{-1}	FA UL^{-1}	CE $mg\ dL^{-1}$	P $mg\ dL^{-1}$	Mg $mg\ dL^{-1}$	Cl $mEq\ L^{-1}$	Fe $\mu g\ dL^{-1}$
Nascimento	74,61 ± 4,50	8,61 ± 0,48	783,3 ± 162,93	478,22 ± 112,01	1,10 ± 0,13	5,24 ± 0,26	2,02 ± 0,08	88,00 ± 0,78	307,70 ± 24,35
	41 - 115	5 - 13	8 - 2898	97 - 2100	0,54 - 2,71	3,3 - 8,1	1,2 - 2,8	80 - 97	175 - 630
	65,28 - 83,94	7,62 - 9,60	445,42 - 1121,19	245,92 - 710,51	0,84 - 1,36	4,71 - 5,77	1,85 - 2,19	86,37 - 89,63	257,20 - 358,19
7 dias	82,68 ± 3,28	11,82 ± 1,62	211,27 ± 35,32	160,05 ± 10,59	0,79 ± 0,03	7,14 ± 0,20	1,95 ± 0,06	88,63 ± 0,69	517,91 ± 47,04
	58 - 117	6 - 44	18 - 628	42 - 242	0,58 - 1,24	4,5 - 8,8	1,3 - 2,4	79 - 94	199 - 932
	75,87 - 89,49	8,45 - 15,19	137,81 - 284,73	138,03 - 182,06	0,73 - 0,86	6,73 - 7,55	1,82 - 2,07	87,18 - 90,09	420,09 - 615,73
14 dias	77,30 ± 3,79	10,05 ± 0,63	84,70 ± 15,07	154,30 ± 9,52	0,84 ± 0,03	7,46 ± 0,21	2,11 ± 0,07	85,55 ± 0,82	484,15 ± 34,38
	30 - 111	3 - 17	18 - 266	73 - 220	0,59 - 1,07	5,0 - 9,0	1,2 - 2,6	73 - 90	262 - 723
	69,38 - 85,22	8,73 - 11,37	53,16 - 116,24	134,37 - 174,23	0,78 - 0,89	7,01 - 7,90	1,96 - 2,26	83,82 - 87,28	412,19 - 556,11
21 dias	84,33 ± 3,42	11,95 ± 0,74	41,52 ± 7,20	140,43 ± 8,51	0,88 ± 0,03	6,96 ± 0,17	1,99 ± 0,06	86,80 ± 1,27	431,33 ± 28,13
	63 - 125	7 - 19	8 - 129	53 - 198	0,64 - 1,31	5,1 - 8,1	1,3 - 2,4	71 - 96	218 - 669
	77,20 - 91,47	10,42 - 13,49	26,51 - 56,54	122,68 - 158,18	0,82 - 0,95	6,60 - 7,31	1,86 - 2,12	84,14 - 89,48	372,65 - 490,01
28 dias	83,86 ± 2,91	12,73 ± 0,80	18,77 ± 2,58	141,32 ± 10,08	1,01 ± 0,04	7,36 ± 0,18	2,08 ± 0,05	94,36 ± 0,60	429,91 ± 32,32
	55 - 110	7 - 20	5 - 59	91 - 266	0,63 - 1,37	5,8 - 8,9	1,7 - 2,6	88 - 100	243 - 778
	77,82 - 89,91	11,07 - 14,39	13,41 - 24,14	120,35 - 162,29	0,93 - 1,09	7,00 - 7,73	1,98 - 2,17	93,11 - 95,61	362,70 - 497,11
2 meses	88,48 ± 3,79	14,78 ± 0,76	9,87 ± 0,73	123,26 ± 9,72	1,31 ± 0,03	7,60 ± 0,23	2,23 ± 0,1	90,34 ± 0,64	434,26 ± 22,89
	50 - 124	8 - 23	5 - 20	64 - 244	1,02 - 1,55	5,3 - 9,5	0,4 - 2,6	80 - 96	212 - 677
	80,63 - 96,33	13,21 - 16,35	8,35 - 11,39	103,1 - 143,43	1,24 - 1,37	7,12 - 8,07	2,03 - 2,42	89,01 - 91,69	386,79 - 481,73
3 meses	81,95 ± 4,10	19,11 ± 1,70	9,79 ± 0,84	95,84 ± 10,00	1,32 ± 0,05	7,06 ± 0,22	2,09 ± 0,07	88,94 ± 1,19	409,26 ± 25,43
	54 - 121	8 - 41	5 - 19	50 - 201	0,88 - 1,69	5,2 - 8,8	1,5 - 2,6	76 - 93	214 - 621
	73,34 - 90,56	15,53 - 22,68	8,02 - 11,56	74,84 - 116,84	1,21 - 1,43	6,59 - 7,53	1,95 - 2,24	86,43 - 91,46	355,85 - 462,68

continua...

Tabela 2 [2/3]. Médias, erros-padrão das médias (epm), valores mínimos (Val.Min.) e máximos (Val.Max.), intervalos de confiança a 95% (IC 95%) mínimos e máximos para enzimas e minerais séricos de bezerros bubalinos do nascimento aos 18 meses de idade, mestiços Murrah x Mediterrâneo, criados em lotação continuada na Amazônia Oriental.

Idade	Enzimas					Minerais			
	Média ± epm Val.Min – Val.Max IC95%Min - IC95%Max					Média ± epm Val.Min – Val.Max IC95%Min - IC95%Max			
	AST UL^{-1}	ALT UL^{-1}	GGT UL^{-1}	FA UL^{-1}	CE $mg\ dL^{-1}$	P $mg\ dL^{-1}$	Mg $mg\ dL^{-1}$	Cl $mEq\ L^{-1}$	Fe $\mu g\ dL^{-1}$
4 meses	96,04 ± 6,29	25,43 ± 1,98	9,17 ± 0,66	87,91 ± 6,74	1,32 ± 0,06	7,30 ± 0,30	2,37 ± 0,09	93,54 ± 1,64	344,70 ± 16,21
	23 - 174	8 - 41	2 - 14	22 - 149	0,73 - 1,83	3,6 - 9,1	1,2 - 2,9	66 - 99	149 - 492
	83,01 - 109,08	21,33 - 29,54	7,80 - 10,55	73,93 - 101,9	1,2 - 1,44	6,67 - 7,93	2,19 - 2,56	90,12 - 96,97	311,08 - 378,31
5 meses	102,45 ± 3,44	33,27 ± 2,70	12,36 ± 0,72	83,68 ± 6,45	1,36 ± 0,04	7,38 ± 0,18	2,29 ± 0,05	94,09 ± 0,78	404,59 ± 13,91
	83 - 141	17 - 74	7 - 20	39 - 143	0,99 - 1,75	5,9 - 8,9	1,7 - 2,8	85 - 99	305 - 559
	95,29 - 109,62	27,66 - 38,88	10,86 - 13,87	70,27 - 97,09	1,28 - 1,45	7,00 - 7,76	2,19 - 2,39	92,46 - 95,72	375,66 - 433,52
6 meses	101,67 ± 3,53	32,04 ± 2,02	12,46 ± 0,62	73,54 ± 4,91	1,47 ± 0,04	7,10 ± 0,21	2,27 ± 0,05	90,91 ± 0,47	372,67 ± 15,69
	66 - 154	17 - 57	8 - 18	31 - 131	1,15 - 1,98	5,2 - 9,2	1,6 - 2,7	86 - 95	221 - 517
	94,36 - 108,97	27,87 - 36,22	11,17 - 13,75	63,39 - 83,69	1,39 - 1,55	6,66 - 7,55	2,16 - 2,38	89,94 - 91,90	340,21 - 405,12
7 meses	91,84 ± 5,18	30,68 ± 2,24	11,68 ± 0,64	59,68 ± 5,04	1,55 ± 0,05	6,54 ± 0,26	2,07 ± 0,07	89,26 ± 0,81	278,37 ± 17,14
	51 - 146	13 - 46	8 - 18	25 - 114	1,14 - 1,87	4,3 - 8,2	1,5 - 2,9	82 - 97	85 - 383
	80,96 - 102,73	25,98 - 35,39	10,35 - 13,02	49,1 - 70,27	1,44 - 1,66	6,00 - 7,08	1,92 - 2,22	87,54 - 90,98	242,37 - 314,37
8 meses	93,11 ± 3,25	33,11 ± 2,08	11,61 ± 0,67	56,06 ± 5,6	1,63 ± 0,06	5,96 ± 0,29	2,06 ± 0,11	89,88 ± 0,83	247,78 ± 13,38
	76 - 125	15 - 47	7 - 18	23 - 112	1,22 - 2,14	3,9 - 7,9	1,4 - 3,1	84 - 95	137 - 373
	86,24 - 99,98	28,72 - 37,50	10,19 - 13,03	44,23 - 67,88	1,51 - 1,75	5,34 - 6,58	1,84 - 2,29	88,12 - 91,66	219,54 - 276,01
9 meses	99,56 ± 7,29	34,61 ± 3,49	13,06 ± 0,81	56,11 ± 6,28	1,57 ± 0,06	6,19 ± 0,35	2,13 ± 0,10	89,66 ± 1,24	282,22 ± 22,62
	50 - 191	11 - 68	7 - 21	16 - 121	1,08 - 2,05	3,0 - 8,7	1,3 - 2,8	76 - 97	117 - 469
	84,17 - 114,94	27,24 - 41,98	11,35 - 14,76	42,86 - 69,36	1,44 - 1,69	5,45 - 6,92	1,91 - 2,34	87,04 - 92,29	234,50 - 329,94
10 meses	110,82 ± 5,30	41,06 ± 2,31	14,06 ± 0,80	51,41 ± 3,89	1,74 ± 0,06	6,47 ± 0,18	2,39 ± 0,05	90,82 ± 0,62	353,88 ± 19,24
	70 - 152	23 - 57	10 - 21	22 - 100	1,34 - 2,12	5,2 - 7,8	2,0 - 2,7	85 - 95	229 - 499
	99,58 - 122,06	36,16 - 45,95	12,37 - 15,75	43,16 - 59,66	1,62 - 1,85	6,10 - 6,84	2,28 - 2,50	89,50 - 92,15	313,09 - 394,68
11 meses	119,86 ± 6,46	44,79 ± 3,05	15,00 ± 0,94	56,43 ± 6,08	1,73 ± 0,07	6,18 ± 0,23	2,41 ± 0,06	90,71 ± 0,75	327,93 ± 26,38
	87 - 169	25 - 65	11 - 22	30 - 94	1,22 - 2,15	5,1 - 8,1	2,1 - 2,7	82 - 94	177 - 495
	105,9 - 133,81	38,20 - 51,37	12,97 - 17,03	43,3 - 69,56	1,58 - 1,88	5,68 - 6,68	2,29 - 2,53	89,07 - 92,35	270,93 - 384,92

Tabela 3 [3/3]. Médias, erros-padrão das médias (epm), valores mínimos (Val.Min.) e máximos (Val.Max.), intervalos de confiança a 95% (IC 95%) mínimos e máximos para enzimas e minerais séricos de bezerros bubalinos do nascimento aos 18 meses de idade, mestiços Murrah x Mediterrâneo, criados em lotação continuada na Amazônia Oriental.

Conclusão

Idade	Enzimas					Minerais			
	Média ± epm Val.Min – Val.Max IC95%Min - IC95%Max					Média ± epm Val.Min – Val.Max IC95%Min - IC95%Max			
	AST UL^{-1}	ALT UL^{-1}	GGT UL^{-1}	FA UL^{-1}	CE $mg\ dL^{-1}$	P $mg\ dL^{-1}$	Mg $mg\ dL^{-1}$	Cl $mEq\ L^{-1}$	Fe $\mu g\ dL^{-1}$
12 meses	114,64 ± 7,97	37,73 ± 2,54	14,00 ± 1,23	45,73 ± 5,51	1,77 ± 0,07	5,53 ± 0,32	2,18 ± 0,14	89,27 ± 2,59	329,36 ± 18,63
	65 - 169	20 - 51	7 - 21	20 - 76	1,26 - 2,00	3,9 - 7,2	1,3 - 2,7	69 - 95	246 - 435
	96,87 - 132,4	32,06 - 43,40	11,26 - 16,74	33,44 - 58,01	1,63 - 1,92	4,81 - 6,24	1,87 - 2,50	83,49 - 95,06	287,85 - 370,87
13 meses	122,27 ± 11,03	42,18 ± 2,47	16,09 ± 1,00	46,18 ± 4,33	1,69 ± 0,05	5,67 ± 0,29	2,34 ± 0,08	93,18 ± 0,84	339,09 ± 22,66
	87 - 228	24 - 52	12 - 23	27 - 70	1,34 - 1,98	4,1 - 7,0	2,0 - 2,7	87 - 96	241 - 495
	97,70 - 146,85	36,67 - 47,70	13,87 - 18,31	36,54 - 55,83	1,59 - 1,79	5,02 - 6,33	2,17 - 2,50	91,31 - 95,05	288,60 - 389,58
14 meses	125,60 ± 4,89	47,30 ± 2,93	17,90 ± 0,89	57,60 ± 5,35	1,48 ± 0,05	5,95 ± 0,26	2,37 ± 0,08	90,80 ± 1,12	327,80 ± 25,06
	109 - 160	33 - 62	13 - 22	42 - 90	1,20 - 1,75	4,7 - 7,7	2,1 - 2,8	84 - 96	244 - 527
	114,54 - 136,66	40,67 - 53,93	15,89 - 19,91	45,51 - 69,69	1,37 - 1,59	5,36 - 6,54	2,20 - 2,54	88,26 - 93,34	271,11 - 384,49
15 meses	115,09 ± 6,31	41,27 ± 5,31	22,91 ± 6,49	77,82 ± 15,36	1,39 ± 0,05	6,05 ± 0,41	2,28 ± 0,10	89,45 ± 1,82	398,91 ± 32,68
	81 - 148	10 - 66	8 - 86	44 - 183	1,12 - 1,63	4,1 - 8,0	1,8 - 2,8	75 - 95	281 - 610
	101,03 - 129,16	29,44 - 53,11	8,45 - 37,37	43,59 - 112,05	1,28 - 1,51	5,14 - 6,95	2,06 - 2,50	85,40 - 93,51	326,09 - 471,73
16 meses	110,11 ± 5,13	41,00 ± 2,57	16,11 ± 1,71	45,78 ± 2,10	1,57 ± 0,09	5,49 ± 0,52	2,34 ± 0,07	91,22 ± 0,86	366,89 ± 26,01
	89 - 141	29 - 50	8 - 24	39 - 58	1,22 - 2,05	3,0 - 7,3	2,1 - 2,7	88 - 96	291 - 477
	98,29 - 121,93	35,08 - 46,92	12,16 - 20,06	40,93 - 50,62	1,37 - 1,76	4,29 - 6,69	2,19 - 2,50	89,23 - 93,21	306,91 - 426,87
17 meses	109,29 ± 5,10	47,71 ± 2,47	16,71 ± 1,78	64,00 ± 7,22	1,39 ± 0,03	5,24 ± 0,24	2,10 ± 0,12	86,14 ± 1,53	305,43 ± 13,23
	98 - 134	41 - 57	11 - 25	44 - 101	1,29 - 1,49	4,6 - 6,3	1,6 - 2,4	82 - 93	241 - 340
	96,81 - 121,76	41,68 - 53,75	12,35 - 21,08	46,34 - 81,66	1,32 - 1,46	4,65 - 5,84	1,81 - 2,39	82,39 - 89,9	273,06 - 337,80
18 meses	100,36 ± 4,35	42,55 ± 2,53	16,00 ± 1,08	51,73 ± 3,50	1,45 ± 0,04	4,91 ± 0,38	2,15 ± 0,11	86,18 ± 1,27	269,82 ± 13,54
	80 - 123	30 - 57	11 - 22	29 - 71	1,33 - 1,71	2,8 - 6,2	1,8 - 3,0	81 - 94	217 - 340
	90,66 - 110,06	36,90 - 48,19	13,60 - 18,40	43,92 - 59,53	1,37 - 1,54	4,07 - 5,75	1,91 - 2,40	83,33 - 89,03	239,65 - 299,99

Aspartato aminotransferase (AST), alanina aminotransferase (ALT), gama glutamil transferase (GGT), fosfatase alcalina (FA), creatinina enzimática (CE), fósforo (P), magnésio (Mg), Cloro (Cl), ferro (Fe).

Tabela 4 [1/3]. Médias, erros-padrão das médias (epm), valores mínimo e máximo (Val.Min – Val.Max), intervalos de confiança a 95% (IC 95%) mínimos e máximos para os metabólitos de bezerros bubalinos do nascimento aos 18 meses de idade, mestiços Murrah x Mediterrâneo, criados em lotação continuada na Amazônia Ocidental.

Idade	Metabólitos								
	Ureia mg dL ⁻¹	CK UL ⁻¹	Ferritina µg L ⁻¹	PCR mq L ⁻¹	Frutosamina µmol L ⁻¹	PT g dL ⁻¹	Albumina g dL ⁻¹	Triglicérides mg dL ⁻¹	Colesterol mg dL ⁻¹
Nascimento	22,96 ± 2,23	104,95 ± 20,77	7,92 ± 0,70	1,56 ± 0,15	151,78 ± 5,06	6,95 ± 0,38	1,91 ± 0,06	34,59 ± 3,34	46,87 ± 3,83
	8 - 50	28 - 372	3,04 - 14,69	0,2 - 2,9	110 - 204	3,7 - 11,7	1,3 - 2,4	16 - 83	23 - 81
	18,33 - 27,58	61,88 - 148,03	6,46 - 9,38	1,24 - 1,87	141,28 - 162,29	6,16 - 7,74	1,77 - 2,05	27,65 - 41,53	38,92 - 54,82
7 dias	13,00 ± 1,09	128,13 ± 35,29	6,77 ± 0,67	1,62 ± 0,14	185,95 ± 4,3	7,11 ± 0,23	2,15 ± 0,03	33,14 ± 1,85	68,32 ± 2,19
	7 - 28	29 - 654	1,55 - 13,14	0,9 - 3,6	151 - 221	5,0 - 9,6	1,9 - 2,5	19 - 52	52 - 97
	10,74 - 15,26	54,73 - 201,53	5,37 - 8,17	1,33 - 1,92	177,01 - 194,90	6,63 - 7,59	2,07 - 2,23	29,29 - 36,98	63,77 - 72,87
14 dias	12,70 ± 0,73	65,85 ± 6,40	6,56 ± 0,75	1,29 ± 0,09	182,4 ± 6,39	6,59 ± 0,24	2,29 ± 0,05	24,05 ± 2,08	72,95 ± 3,56
	6 - 18	9 - 127	0,00 - 14,06	0,5 - 1,9	84 - 226	3,5 - 7,9	1,5 - 2,7	10 - 42	40 - 103
	11,17 - 14,23	52,43 - 79,26	5,00 - 8,12	1,11 - 1,47	169,03 - 195,77	6,08 - 7,09	2,16 - 2,41	19,69 - 28,41	65,50 - 80,40
21 dias	11,81 ± 1,01	106,47 ± 13,52	6,91 ± 0,84	1,26 ± 0,07	192,38 ± 4,25	6,04 ± 0,16	2,38 ± 0,04	24,33 ± 1,76	77,10 ± 3,15
	5 - 25	36 - 246	0,00 - 17,47	0,7 - 1,8	155 - 229	4,1 - 7,1	1,9 - 2,7	14 - 49	49 - 111
	9,71 - 13,91	78,26 - 134,68	5,16 - 8,66	1,12 - 1,40	183,52 - 201,25	5,70 - 6,38	2,29 - 2,47	20,66 - 28,00	70,52 - 83,67
28 dias	12,45 ± 1,28	131,95 ± 21,67	7,06 ± 0,88	1,30 ± 0,10	203,77 ± 4,81	6,20 ± 0,11	2,66 ± 0,04	21,23 ± 1,65	94,59 ± 3,27
	6 - 33	47 - 539	0,00 - 16,53	0,4 - 2,0	159 - 255	5,3 - 7,3	2,0 - 3,0	10 - 40	73 - 118
	9,78 - 15,12	86,87 - 177,03	5,23 - 8,88	1,10 - 1,51	193,77 - 213,78	5,98 - 6,43	2,56 - 2,76	17,80 - 24,65	87,79 - 101,39
2 meses	11,96 ± 1,07	124,00 ± 10,73	7,33 ± 0,77	1,42 ± 0,10	216,17 ± 4,91	5,77 ± 0,09	2,94 ± 0,05	19,91 ± 1,36	130,26 ± 4,54
	4 - 26	51 - 220	1,16 - 17,85	0,8 - 2,4	170 - 260	4,7 - 6,4	2,4 - 3,4	10 - 38	87 - 175
	9,74 - 14,17	101,73 - 146,26	5,74 - 8,92	1,22 - 1,62	206,00 - 226,35	5,59 - 5,96	2,83 - 3,06	17,08 - 22,74	120,85 - 139,67
3 meses	13,21 ± 0,83	138,26 ± 13,99	8,87 ± 1,81	1,53 ± 0,12	199,00 ± 5,29	5,37 ± 0,16	2,71 ± 0,06	20,00 ± 1,81	128,58 ± 5,74
	7 - 21	50 - 254	1,83 - 38,74	0,5 - 2,3	157 - 237	3,9 - 6,8	2,2 - 3,3	8 - 36	90 - 174
	11,48 - 14,95	108,86 - 167,65	5,08 - 12,66	1,28 - 1,78	187,88 - 210,12	5,05 - 5,70	2,58 - 2,84	16,19 - 23,81	116,52 - 140,64
4 meses	14,87 ± 1,04	152,13 ± 32,80	8,62 ± 1,68	2,08 ± 0,10	185,78 ± 9,49	5,26 ± 0,24	2,83 ± 0,11	20,27 ± 1,98	129,32 ± 7,41
	5 - 28	32 - 815	0,00 - 35,99	0,6 - 2,9	41 - 254	2,1 - 6,4	1,2 - 3,4	6 - 45	48 - 206
	12,72 - 17,02	83,92 - 220,35	5,13 - 12,11	1,87 - 2,29	166,11 - 205,45	4,77 - 5,75	2,58 - 3,07	16,14 - 24,4	113,90 - 144,73

continua...

Tabela 5 [2/3]. Médias, erros-padrão das médias (epm), valores mínimo e máximo (Val.Min – Val.Max), intervalos de confiança a 95% (IC 95%) mínimos e máximos para os metabólitos de bezerros bubalinos do nascimento aos 18 meses de idade, mestiços Murrah x Mediterrâneo, criados em lotação continuada na Amazônia Ocidental.

Idade	Metabólitos								
	Ureia mg dL ⁻¹	CK UL ⁻¹	Ferritina µg L ⁻¹	PCR mq L ⁻¹	Frutosamina µmol L ⁻¹	PT g dL ⁻¹	Albumina g dL ⁻¹	Triglicérides mg dL ⁻¹	Colesterol mg dL ⁻¹
5 meses	17,86 ± 1,00	147,31 ± 13,75	14,79 ± 2,92	2,57 ± 0,10	191,73 ± 4,51	5,56 ± 0,07	2,86 ± 0,03	22,91 ± 1,58	131,45 ± 5,35
	9 - 27	86 - 369	1,70 - 54,97	1,7 - 3,5	158 - 241	4,8 - 6,2	2,6 - 3,1	10 - 37	76 - 205
	15,79 - 19,94	118,71 - 175,92	8,71 - 20,88	2,37 - 2,78	182,34 - 201,11	5,40 - 5,71	2,79 - 2,93	19,63 - 26,19	120,33 - 142,58
6 meses	19,67 ± 1,37	150,75 ± 17,32	16,36 ± 2,55	3,52 ± 0,61	183,13 ± 2,79	5,61 ± 0,08	2,85 ± 0,04	23,92 ± 1,85	120,50 ± 4,86
	7 - 36	83 - 513	4,23 - 53,87	1,9 - 17,2	161 - 208	4,6 - 6,5	2,4 - 3,2	11 - 49	82 - 172
	16,83 - 22,51	114,90 - 186,59	11,06 - 21,66	2,26 - 4,78	177,35 - 188,90	5,44 - 5,77	2,76 - 2,95	20,09 - 27,74	110,45 - 130,55
7 meses	20,42 ± 1,79	186,21 ± 41,66	17,90 ± 3,73	3,10 ± 0,26	171,37 ± 6,84	5,27 ± 0,15	2,6 ± 0,08	22,79 ± 2,36	107,21 ± 4,61
	8 - 45	82 - 842	2,64 - 59,3	2,0 - 7,1	115 - 232	4,1 - 6,1	1,9 - 3,3	13 - 56	75 - 145
	16,66 - 24,18	98,67 - 273,75	10,00 - 25,81	2,56 - 3,64	157,00 - 185,74	4,96 - 5,58	2,42 - 2,77	17,84 - 27,74	97,53 - 116,89
8 meses	21,28 ± 1,49	144,33 ± 27,17	16,49 ± 2,66	3,59 ± 0,26	178,67 ± 3,82	5,38 ± 0,13	2,62 ± 0,06	23,11 ± 2,17	99,17 ± 5,37
	12 - 33	59 - 529	3,30 - 42,57	2,6 - 6,4	153 - 206	4,5 - 6,2	2,3 - 3,3	12 - 42	64 - 139
	18,14 - 24,42	86,99 - 201,67	10,85 - 22,13	3,05 - 4,13	170,60 - 186,73	5,11 - 5,66	2,48 - 2,77	18,54 - 27,68	87,83 - 110,5
9 meses	22,67 ± 1,33	159,72 ± 39,16	25,90 ± 5,74	4,01 ± 0,31	188,06 ± 6,69	5,64 ± 0,19	2,65 ± 0,1	24,28 ± 2,79	94,28 ± 7,56
	10 - 36	52 - 786	6,03 - 88,75	2,6 - 8,0	137 - 256	3,7 - 6,8	1,4 - 3,3	4 - 50	35 - 146
	19,85 - 25,48	77,09 - 242,34	13,66 - 38,13	3,35 - 4,68	173,94 - 202,17	5,25 - 6,03	2,43 - 2,87	18,39 - 30,17	78,33 - 110,23
10 meses	30,41 ± 2,03	163,23 ± 53,71	20,60 ± 3,23	4,64 ± 0,36	191,76 ± 3,81	6,22 ± 0,09	2,78 ± 0,04	30,82 ± 4,08	83,47 ± 3,65
	18 - 42	62 - 1015	7,70 - 62,52	3,0 - 8,0	168 - 227	5,6 - 6,8	2,5 - 3,2	16 - 79	65 - 113
	26,11 - 34,71	49,36 - 277,10	13,72 - 27,47	3,87 - 5,40	183,68 - 199,85	6,04 - 6,41	2,69 - 2,87	22,17 - 39,48	75,73 - 91,21
11 meses	32,07 ± 1,76	160,07 ± 41,64	21,16 ± 3,13	4,83 ± 0,52	192,43 ± 5,21	6,25 ± 0,13	2,79 ± 0,08	31,43 ± 4,11	78,50 ± 3,70
	19 - 44	71 - 680	10,32 - 53,2	2,9 - 8,6	166 - 233	5,1 - 7,0	2,4 - 3,3	15 - 74	56 - 110
	28,28 - 35,86	70,10 - 250,03	14,34 - 27,99	3,70 - 5,96	181,18 - 203,68	5,97 - 6,53	2,61 - 2,96	22,54 - 40,31	70,50 - 86,50
12 meses	33,09 ± 1,49	165,09 ± 37,44	27,20 ± 3,54	3,83 ± 0,32	160,82 ± 7,07	5,81 ± 0,25	2,87 ± 0,34	27,82 ± 1,54	73,45 ± 4,06
	22 - 39	72 - 400	9,99 - 46,05	2,3 - 5,7	115 - 194	4,2 - 6,7	1,9 - 6,2	16 - 34	41 - 92
	29,78 - 36,4	81,66 - 248,51	19,31 - 35,09	3,12 - 4,54	145,07 - 176,56	5,26 - 6,36	2,09 - 3,65	24,40 - 31,24	64,41 - 82,49

continua...

Tabela 6 [2/3]. Médias, erros-padrão das médias (epm), valores mínimo e máximo (Val.Min – Val.Max), intervalos de confiança a 95% (IC 95%) mínimos e máximos para os metabólitos de bezerros bubalinos do nascimento aos 18 meses de idade, mestiços Murrah x Mediterrâneo, criados em lotação continuada na Amazônia Ocidental.

Conclusão

Idade	Metabólitos								
	Ureia mg dL ⁻¹	CK UL ⁻¹	Ferritina µg L ⁻¹	PCR mq L ⁻¹	Frutosamina µmol L ⁻¹	PT g dL ⁻¹	Albumina g dL ⁻¹	Triglicérides mg dL ⁻¹	Colesterol mg dL ⁻¹
13 meses	36,45 ± 1,21	116,70 ± 17,17	22,15 ± 4,44	4,24 ± 0,32	173,55 ± 4,50	6,19 ± 0,12	2,61 ± 0,08	38,64 ± 4,47	77,36 ± 2,63
	29 - 43	84 - 270	12,05 - 61,1	2,9 - 6,7	150 - 194	5,6 - 6,9	2,1 - 3,1	19 - 60	61 - 93
	33,76 - 39,15	77,83 - 155,56	12,26 - 32,03	3,52 - 4,95	163,52 - 183,57	5,92 - 6,46	2,42 - 2,81	28,68 - 48,59	71,51 - 83,21
14 meses	30,80 ± 2,26	206,10 ± 97,70	33,45 ± 8,30	4,74 ± 0,59	180,50 ± 5,23	6,29 ± 0,14	2,62 ± 0,07	38,80 ± 2,24	83,70 ± 3,40
	18 - 40	90 - 1085	7,01 - 78,01	2,8 - 9,1	152 - 206	5,5 - 6,9	2,3 - 3,1	29 - 51	69 - 100
	25,68 - 35,92	-14,91 - 427,11	14,68 - 52,22	3,42 - 6,06	168,67 - 192,33	5,98 - 6,60	2,44 - 2,79	33,73 - 43,87	76,01 - 91,39
15 meses	29,73 ± 2,87	128,18 ± 17,33	24,39 ± 7,20	4,40 ± 0,64	174,91 ± 7,22	6,35 ± 0,29	2,65 ± 0,08	35,82 ± 4,02	85,73 ± 4,77
	12 - 43	71 - 245	5,46 - 77,24	1,5 - 8,8	117 - 204	4,6 - 7,8	2 - 2,9	18 - 63	55 - 113
	23,34 - 36,12	89,56 - 166,80	7,79 - 41,00	2,97 - 5,83	158,81 - 191,01	5,70 - 6,99	2,47 - 2,83	26,86 - 44,78	75,10 - 96,35
16 meses	36,30 ± 2,44	165,88 ± 51,85	25,41 ± 4,31	4,83 ± 0,62	169,30 ± 6,58	6,17 ± 0,29	2,72 ± 0,1	39,00 ± 3,80	88,78 ± 5,51
	26 - 52	51 - 564	6,63 - 45,03	2,6 - 8,5	142 - 205	4,8 - 7,3	2,3 - 3,2	22 - 60	66 - 122
	30,78 - 41,82	46,32 - 285,45	15,66 - 35,16	3,43 - 6,23	154,41 - 184,19	5,50 - 6,83	2,47 - 2,96	30,24 - 47,76	76,06 - 101,49
17 meses	26,43 ± 2,15	144,00 ± 24,87	15,71 ± 4,72	4,47 ± 0,58	162,00 ± 9,86	5,64 ± 0,28	2,6 ± 0,1	39,57 ± 3,22	86,29 ± 2,79
	16 - 33	95 - 272	3,08 - 39,61	2,7 - 7,6	139 - 193	5,0 - 6,8	2,2 - 3,0	27 - 52	77 - 94
	21,17 - 31,68	83,12 - 204,87	4,16 - 27,27	3,06 - 5,89	137,87 - 186,13	4,97 - 6,32	2,33 - 2,86	31,69 - 47,45	79,45 - 93,12
18 meses	30,09 ± 1,58	118,63 ± 21,59	18,23 ± 3,59	4,36 ± 0,44	160,27 ± 6,43	5,63 ± 0,21	2,57 ± 0,12	35,64 ± 5,06	83,18 ± 4,05
	20 - 37	67 - 324	3,04 - 38,75	3,0 - 8,0	128 - 189	4,9 - 7,2	2,1 - 3,6	16 - 74	64 - 110
	26,57 - 33,61	70,50 - 166,76	10,23 - 26,23	3,39 - 5,33	145,94 - 174,60	5,17 - 6,09	2,29 - 2,85	24,35 - 46,92	74,15 - 92,21

CK – creatina quinase. PCR – proteína C reativa. PT – proteína total

Ao comparar e discutir resultados encontrados neste estudo com diferentes estudos ao longo dos anos e ao redor do mundo, é importante ressaltar que fatores como localização geográfica e condições de manejo são cruciais na determinação de parâmetros para as populações avaliadas e podem estar diretamente relacionados às diferenças e/ou semelhanças encontradas entre os estudos.

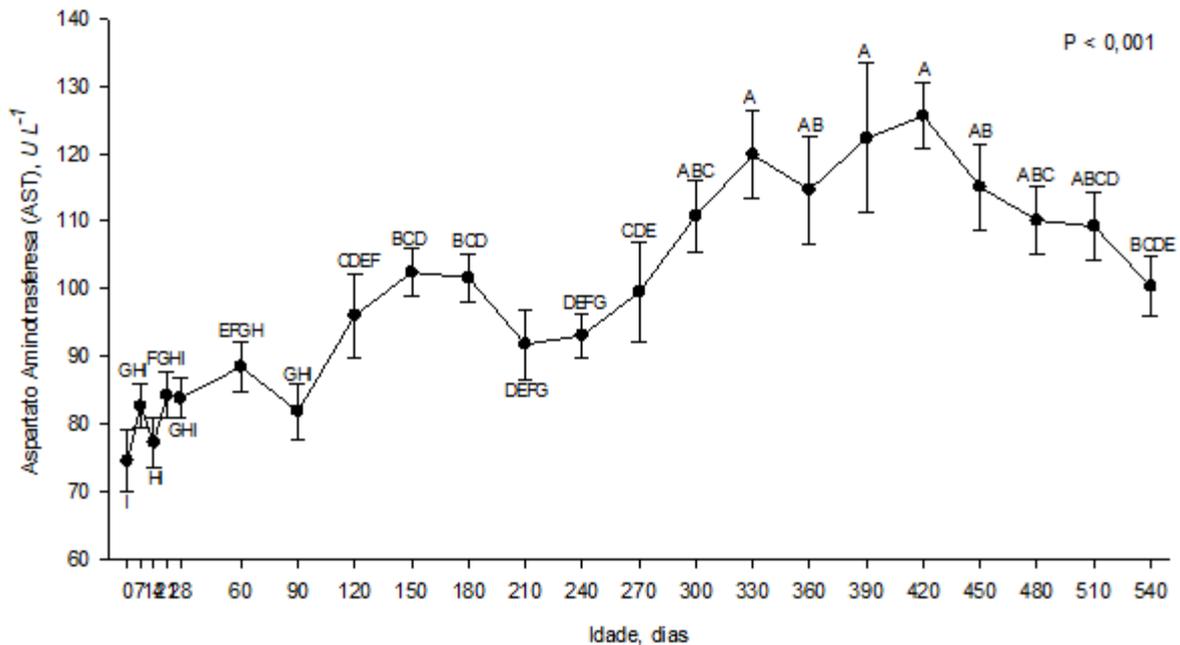
Ellah et al. (2014) avaliaram o perfil bioquímico de 127 búfalas entre 12 e 24 meses de idade com a proposta de determinar os valores de referência da categoria. Os autores encontraram intervalos para os constituintes do perfil bioquímico enzimático e metabólico completamente diferentes daqueles estabelecidos pela literatura para bovinos; alguns com intervalos mais amplos e outros com valores completamente diferentes, fossem maiores ou menores.

De maneira similar, Ellah, Hamed e Derar (2014) avaliaram 132 búfalas lactantes, também com objetivo de conhecer os limites de referência do exame bioquímico para a categoria e concluíram que, ainda que fossem animais adultos, saudáveis e criadas em sistema de manejo similar, os resultados obtidos eram diferentes daqueles apresentados para outros animais em situação clínica e reprodutiva diferentes. Estes achados são interessantes pois corroboram a prerrogativa de que não é possível extrapolar para bubalinos as variáveis utilizadas na avaliação clínica de outros ruminantes, destacando a importância do conhecimento dos valores de referência para cada faixa etária e categoria produtiva das diferentes espécies.

Determinação de enzimas e minerais séricos

O comportamento da enzima AST (aspartato aminotransferase), representado na figura 2, em relação à idade dos bezerros bubalinos demonstrou variações de maneira ascendente até o 14^o mês de vida, a partir de onde passou a decrescer. O valor de AST ao nascimento foi de $74,61 \pm 4,50 \text{ UL}^{-1}$, chegando ao valor máximo de $125,6 \pm 4,89 \text{ UL}^{-1}$ aos 14 meses de idade e decrescendo para $100,36 \pm 4,35 \text{ UL}^{-1}$ ao fim do estudo, quando os animais atingiram o 18^o mês de vida. Durante o período neonatal, não houve diferença estatística entre os resultados médios, à medida que o tempo passou esse parâmetro bioquímico se elevou, tendo pequenas flutuações até que se obteve valores maiores a partir dos 11 meses de idade e, mantendo-se estatisticamente semelhantes até os 17 meses.

Figura 2. Médias \pm erros-padrão das médias para aspartato aminotransferase (AST) (UL^{-1}) de bezerros bubalinos do nascimento aos 18 meses de idade, mestiços Murrah x Mediterrâneo, criados em lotação contínua no trópico úmido amazônico.



Em estudo realizado com bezerros bovinos da raça Holandesa e mestiços, não foram detectadas variações estatisticamente significativas nos valores de AST conforme as idades dos animais (Feitosa et al., 2009a). Entretanto, estudos que acompanharam o desenvolvimento de bubalinos do nascimento aos 5 anos de idade constataram valores significativamente menores da aspartato aminotransferase nos animais até 30 dias de vida (Gomes et al., 2010). Este mesmo estudo encontrou os valores mais elevados de AST nos animais entre 7 e 12 meses de idade, período que corresponde também ao início da elevação dos valores encontrados no presente estudo. Comportamento similar dos valores de AST foi observado em bovinos por Gregory et al. (1999).

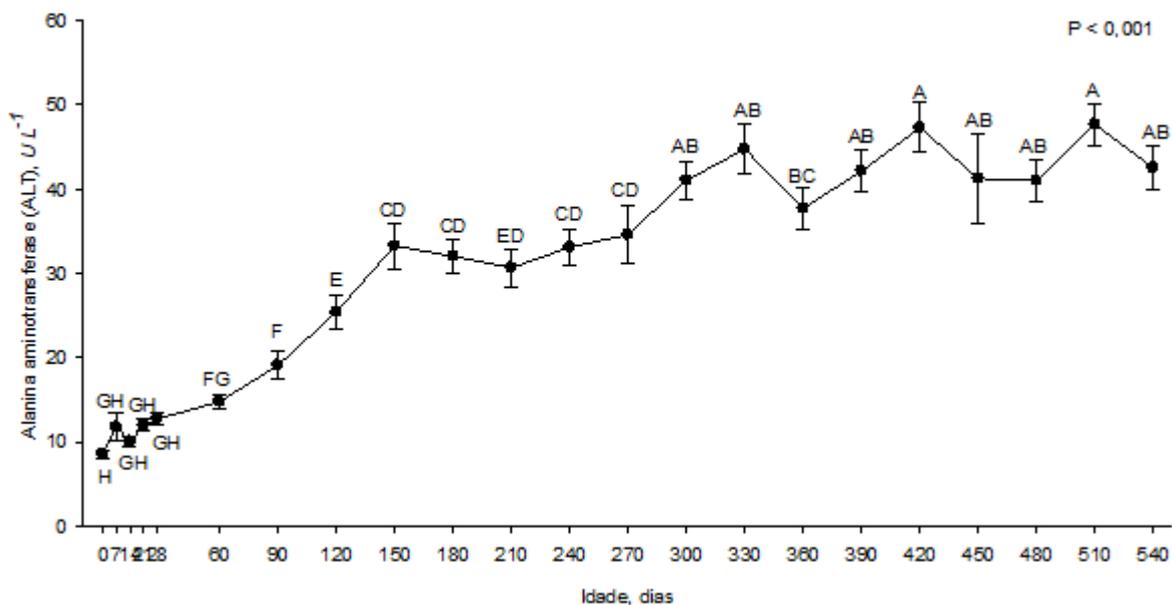
Avaliando um rebanho bubalino dos 2 aos 24 meses de idade, Fontes et al. (2014) constataram que os menores valores de AST estavam presentes nos animais mais jovens. No grupo de animais entre 2 e 8 meses de idade o valor médio da AST foi de $147,81 \pm 43,81 UL^{-1}$, já para os animais entre 9 e 24 meses foi de $164,4 \pm 38,01 UL^{-1}$. Os autores argumentam que os menores valores de AST nos animais jovens podem estar relacionados à menor quantidade de musculatura presente no corpo destes animais, bem como ao menor número de desafios aos quais esta categoria foi

submetida quando comparados aos animais mais velhos, uma vez que a AST pode ser utilizada como indicador de lesão hepática ou muscular.

Em relação a alanina aminotransferase (ALT), demonstrada na figura 3, se notou um aumento progressivo nos valores desta enzima à medida que o tempo passou, ou seja, infere-se que há uma relação positiva entre a concentração de ALT e o aumento de idade, entretanto, a partir dos 10 meses de idade não se tem mais diferença estatisticamente significativa. O maior valor médio de ALT, $47,71 \pm 2,47 \text{ UL}^{-1}$, foi registrado aos 17 meses, já a menor concentração foi obtida no dia do nascimento, $8,61 \pm 0,48 \text{ UL}^{-1}$.

Esta enzima é utilizada como indicador de lesão celular, especialmente hepática e pancreática em carnívoros domésticos. A atividade desta enzima é tão baixa nas espécies herbívoras (equinos, ovinos, ruminantes) que AST não é um parâmetro incluso na avaliação de rotina dessas espécies. Não obstante, seus valores de referência disponíveis na literatura trata-se quase exclusivamente de cães (Stockham; Scott, 2008; Tennant; Center, 2008).

Figura 3. Médias \pm erros-padrão das médias para alanina aminotransferase (ALT) (UL^{-1}) de bezerros bubalinos do nascimento aos 18 meses de idade, mestiços Murrah x Mediterrâneo, criados em lotação contínua no trópico úmido amazônico.

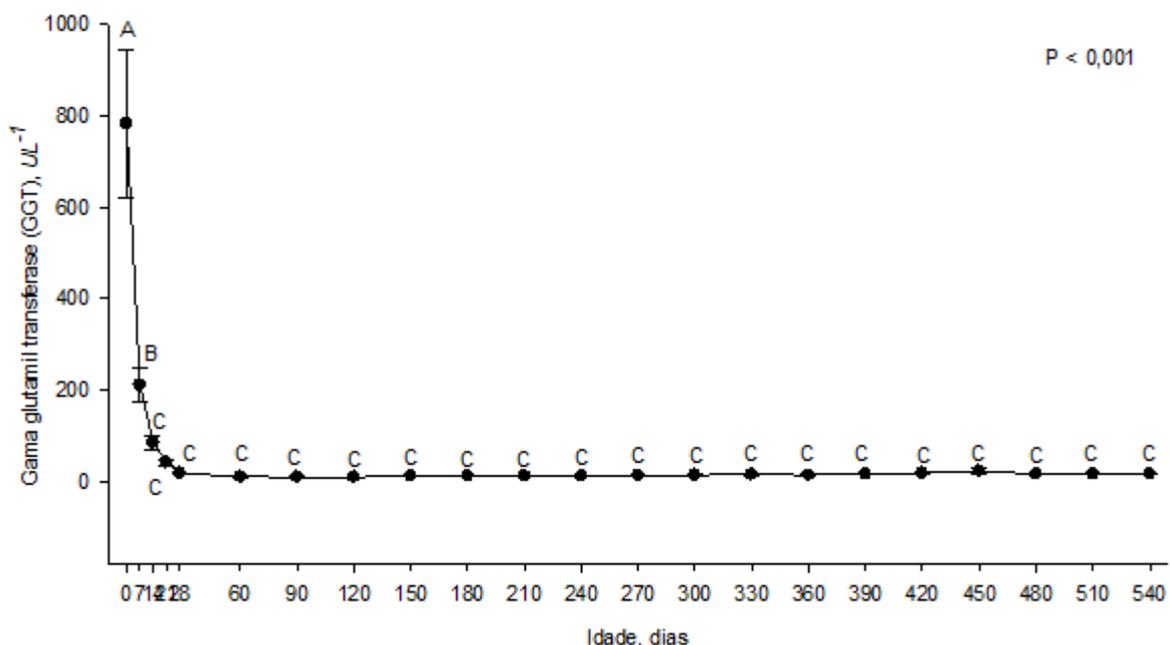


Conforme demonstrado na figura 4, as concentrações médias de gama glutamil transferase (GGT) para bezerros bubalinos não sofreram alterações relacionadas ao tempo de desenvolvimento dos animais. Entretanto, nos primeiros sete dias de vida

foram observados valores significativamente maiores desta enzima no soro dos animais avaliados, sendo $783,3 \pm 162,93 \text{ UL}^{-1}$ no dia do nascimento e $211,27 \pm 35,32$ aos sete dias. Após esse período as concentrações médias desse parâmetro permaneceram estatisticamente constantes, finalizando as avaliações com a média de $16 \pm 1,08 \text{ UL}^{-1}$ aos 18 meses.

Um estudo que avaliou o perfil bioquímico de neonatos bovinos da raça Holstein, comparando um grupo que recebeu colostro e leite materno e outro que fora alimentado com leite comercial pasteurizado e livre de enzimas, constatou elevação nos valores de GGT naqueles neonatos que receberam colostro (Boyd, 1989). Os autores deste estudo atribuíram este aumento ao fato do leite bovino ser rico em GGT e à possibilidade de absorção desta pelos neonatos, assim como ocorre com as imunoglobulinas (IG). A possibilidade da absorção de GGT através do colostro também é utilizada por Delfino et al. (2014) para justificar os valores elevados desta enzima encontrados nos neonatos bovinos da raça Senepol.

Figura 4. Médias \pm erros-padrão das médias para gama glutamil transferase (GGT) (UL^{-1}) de bezerros bubalinos do nascimento aos 18 meses de idade, mestiços Murrah x Mediterrâneo, criados em lotação contínua no trópico úmido amazônico.



Feitosa et al. (2009a) também registraram maiores valores de gama glutamiltransferase nas primeiras 12 horas de vida de bezerros holandeses e mestiços, até os 30 dias os valores da enzima decresceram continuamente até que chegassem a cerca de 17 vezes menos do que os valores iniciais. Neste caso, os

autores argumentam que essa diminuição ao longo do primeiro mês pode ter ocorrido por conta do desenvolvimento da função renal do bezerro, culminando em filtração mais eficiente com o passar do tempo.

É possível perceber o comportamento similar da GGT entre neonatos bovinos e bubalinos e, mesmo que os valores possam diferir entre as espécies ou raças, pode ser seguro esperar que os valores desta enzima estejam comumente elevados nos animais nas primeiras horas de vida. Fontes et al. (2014) e Santana et al. (2018) corroboram a ideia de que valores elevados desta enzima podem ser encontrados em animais recém nascidos pela absorção do colostro e justificam a ausência de diferença nos valores obtidos em seu estudo pelo fato de utilizarem apenas animais com mais de dois meses de idade.

Gomes et al. (2010) utilizaram em seu estudo animais da raça Murrah desde o nascimento até os 5 anos de idade a fim de avaliar a influência da idade em diversos parâmetros do exame bioquímico, estes autores encontraram maiores valores para GGT em dois de seus grupos etários: grupo 1, de 0 a 30 dias de vida e; grupo 4, animais maiores que 1 ano. Os autores sugerem que os valores encontrados nos bezerros neonatos (grupo 1) sejam relacionados à absorção da enzima através do colostro e leite materno e que a mensuração da GGT neonatal pode ser um bom indicador de absorção dos constituintes do colostro, auxiliando inclusive na avaliação da transferência de imunidade para o bezerro.

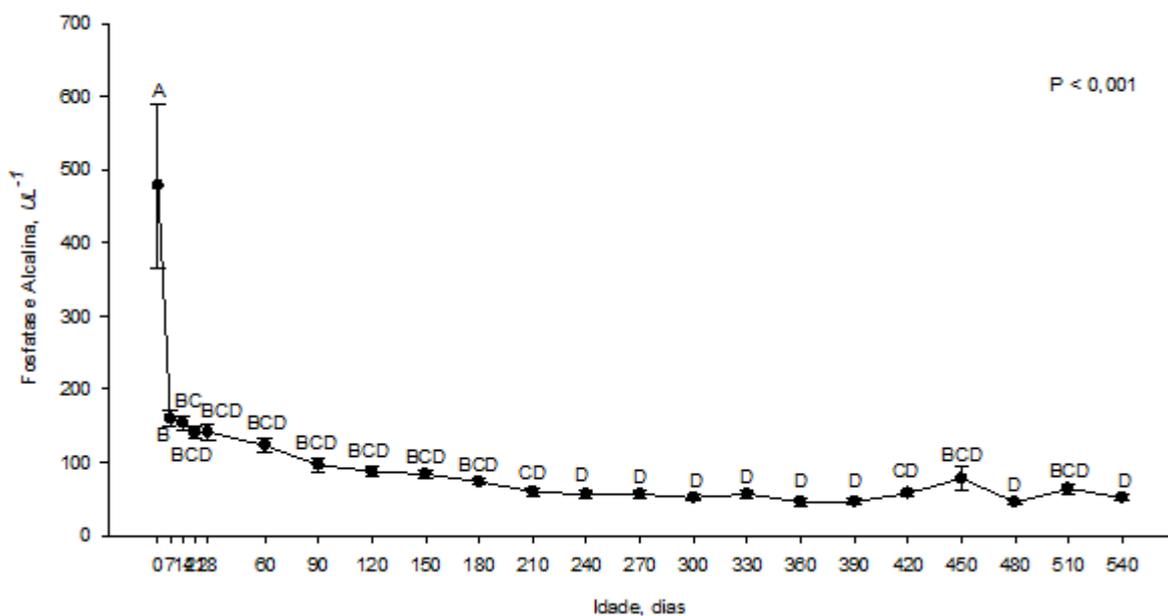
Para a fosfatase alcalina (FA) dos bezerros bubalinos do nascimento aos 18 meses (figura 5), notou-se maior concentração no momento do nascimento, sendo estatisticamente diferente dos resultados posteriores. O valor encontrado foi de $478,22 \pm 112,01 \text{ UL}^{-1}$ e, a partir do 21º dia pós nascimento, os valores não apresentaram variação significativa até os 18 meses.

A fosfatase alcalina se comportou de forma similar à GGT no presente estudo, assim como no estudo de Souza et al. (2019). Estes achados também ocorreram nos resultados apresentados por Feitosa et al. (2009a), onde os maiores valores de FA foram encontrados nos animais das 6 às 12 horas de vida. Estes valores não são relacionados a absorção via colostro desta enzima, sendo provavelmente provenientes da liberação pelos próprios tecidos do neonato (Santana et al., 2018).

Fontes et al. (2014) avaliaram o perfil bioquímico de um rebanho bubalino, dividindo os animais em três grupos: 1) dois a oito meses, 2) 9 a 24 meses e, 3) a partir de 24 meses. Os autores encontraram valores maiores de FA nos grupos de

animais mais jovens e argumentam que, por ser um marcador de atividade osteoblástica, é esperado que a FA esteja elevada nos animais em fase de crescimento. Resultados similares foram encontrados por Delfino et al. (2014) e estes autores corroboram a teoria de que tais achados sejam resultado do metabolismo ósseo nos bezerros em pleno desenvolvimento.

Figura 5. Médias \pm erros-padrão das médias para Fosfatase Alcalina (FA) (UL^{-1}) de bezerros bubalinos do nascimento aos 18 meses de idade, mestiços Murrah x Mediterrâneo, criados em lotação contínua no trópico úmido amazônico.



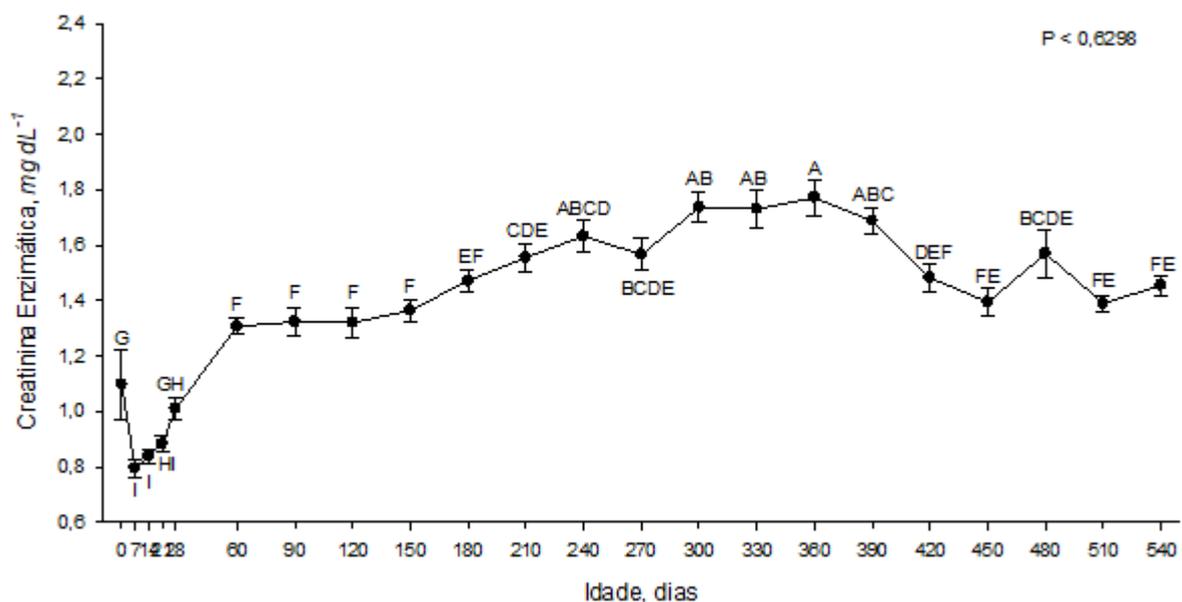
Quanto às concentrações de creatinina $mg dL^{-1}$ (figura 6), não houve diferença estatisticamente relevante ao longo do período estudado, apesar de ser possível observar os menores valores entre o 7º e o 21º dia de vida dos animais.

Diferentemente dos achados do presente estudo, Benesi et al. (2005) relatam que a creatinina sérica nas bezerras holandesas de seu estudo sofreu influência da idade nas concentrações séricas mas, neste caso, valores elevados foram encontrados nos animais mais jovens e decresceram gradativamente com o passar dos dias. De forma similar, Feitosa et al. (2009b) encontraram valores maiores de creatinina em bezerros holandeses e mestiços no primeiro dia de vida, seguida de gradativa redução ao longo do período avaliado. Os autores argumentam que a diminuição se dá pelo gradativo aperfeiçoamento da função renal, uma vez que esta era desenvolvida pela placenta até imediatamente antes do parto.

Delfino et al. (2014) encontraram valores maiores de creatinina em bovinos neonatos da raça Senepol. Os autores concordam com a possibilidade destes valores estarem relacionados à imaturidade da função renal e ao esforço relacionado à locomoção.

Em contrapartida, ao avaliar bubalinos com a faixa etária similar à do presente estudo, Fontes et al. (2014) encontraram os menores valores de creatinina nos animais mais jovens, sendo $1,13 \pm 0,23 \text{ mg dL}^{-1}$ para os animais de até 8 meses de idade e $1,3 \pm 0,22 \text{ mg dL}^{-1}$ nos animais entre 9 e 24 meses. Estes autores justificam ainda o maior valor de creatinina em animais mais velhos de seu estudo pelo fato de ser uma enzima relacionada ao metabolismo muscular e que, portanto, estaria mais presente em animais com elevada massa muscular.

Figura 6. Médias \pm erros-padrão das médias para creatinina enzimática (CE) (mg dL^{-1}) de bezerros bubalinos do nascimento aos 18 meses de idade, mestiços Murrah x Mediterrâneo, criados em lotação contínua no trópico úmido amazônico.

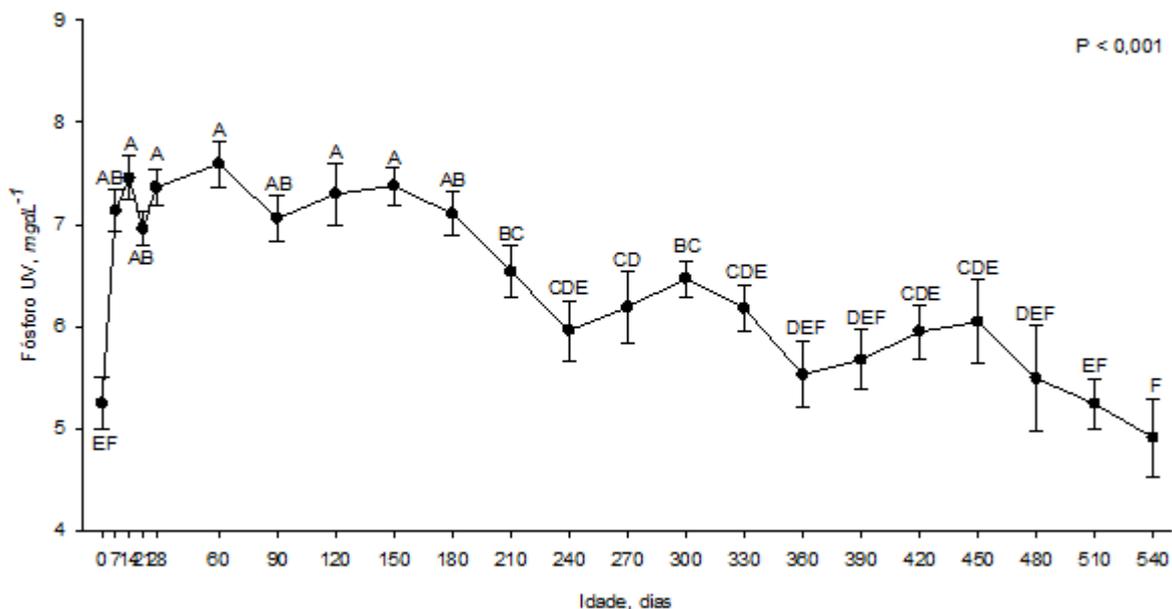


Ao comparar os estudos aqui citados, realizados com neonatos de diferentes espécies, pode-se perceber as diferenças encontradas pelos autores no padrão de comportamento das enzimas. Foram encontradas também diferenças significativas entre os valores de minerais em uma população de bubalinos quando comparados às referências estabelecidas para as mesmas categorias de bovinos. De forma geral, as concentrações de minerais são intimamente ligadas ao perfil nutricional dos animais, assim, variáveis podem ser influenciadas pela dieta a qual os animais são submetidos,

localização geográfica e até mesmo fatores genéticos relacionados à capacidade de absorver e processar nutrientes (Ellah et al., 2014; Couch et al., 2017).

Para o mineral fósforo $mg\ dL^{-1}$ (figura 7) as concentrações séricas encontradas neste estudo para as diversas idades apresentaram algumas variações, sendo a maior diferença observada entre o momento do nascimento ($5,24 \pm 0,26\ mg\ dL^{-1}$) e o sétimo dia de vida ($7,14 \pm 0,2\ mg\ dL^{-1}$), permanecendo com concentrações similares em todos as idades seguintes até os 210 dias vida, momento em que se deu início a um comportamento de decréscimo na curva de concentração, até os 540 dias de idade.

Figura 7. Médias \pm erros-padrão das médias para Fósforo UV ($mg\ dL^{-1}$) de bezerros bubalinos do nascimento aos 18 meses de idade, mestiços Murrah x Mediterrâneo, criados em lotação contínua no trópico úmido amazônico.



As funções do fósforo no organismo estão relacionadas à função motora muscular e nervosa, além do desenvolvimento dos tecidos ósseos (Kaneko; Harvey; Bruss, 2008). A redução das quantidades séricas desse mineral ao longo dos meses nos bezerros aqui avaliados pode estar relacionada à intensa deposição do fósforo na formação óssea e desenvolvimento intenso pelo qual os animais passam nos primeiros meses de vida (Souza et al., 2019; Rocha et al., 2021).

Canfield et al. (1984) argumentam que valores baixos de fosfato encontrados em animais imaturos são justificados pela influência direta de fatores nutricionais sobre o fosfato inorgânico e que, portanto, é difícil determinar seguramente as concentrações séricas deste mineral nessa categoria. Já Delfino et al. (2014) encontraram elevados

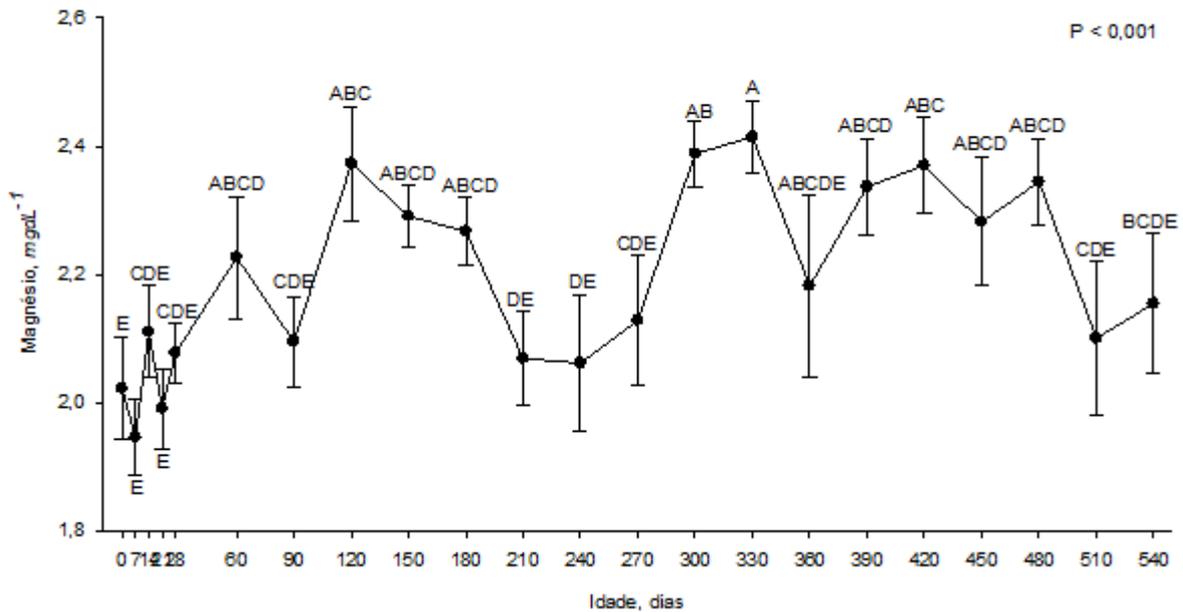
níveis de fósforo em bezerros Senepol de até 15 dias de vida. Neste caso os autores sugerem que a intensa atividade do hormônio do crescimento nos animais neonatos promoveria elevada e efetiva reabsorção de fósforo pelos rins, Souza et al. (2019) concordam e também justificam variações nos valores de fósforo em seu estudo com a intensa reabsorção renal associada à atividade hormonal.

Quanto às concentrações magnésio $mg\ dL^{-1}$ (figura 8) dos bezerros bubalinos do presente estudo, não foram reveladas diferenças estatísticas ao longo do período avaliado. Ainda que na representação gráfica seja possível observar oscilações em diversos momentos de avaliação, deve-se levar em consideração o pequeno intervalo entre os valores obtidos, sendo $1,95\pm 0,06\ mg\ dL^{-1}$ o menor valor e $2,41\pm 0,06\ mg\ dL^{-1}$ o maior.

Os valores de magnésio podem ser diretamente influenciados pela dieta ofertada aos animais, devendo-se levar em consideração no momento da avaliação a composição das forragens, do concentrado e a disponibilidade de sal mineral. A absorção do magnésio pelos ruminantes acontece quase que totalmente através do rúmen, portanto em bezerros lactentes e em desenvolvimento é esperado que as concentrações deste mineral não sejam constantes (Stockham; Scott, 2008). Ainda, o leite é uma fonte pobre em magnésio e, portanto, é esperado que valores menores deste mineral sejam encontrados em animais lactentes que ainda não fazem ingestão de pastagem de forma efetiva (Delfino et al., 2014).

Na avaliação das concentrações séricas de cloro $mEq\ L^{-1}$ (figura 9) se observou que durante o período neonatal houve baixas concentrações deste mineral. O menor valor ($85,55\pm 0,82\ mEq\ L^{-1}$) foi observado ao 14º dia de vida e o maior valor ($94,36\pm 0,6\ mEq\ L^{-1}$) aos 28 dias.

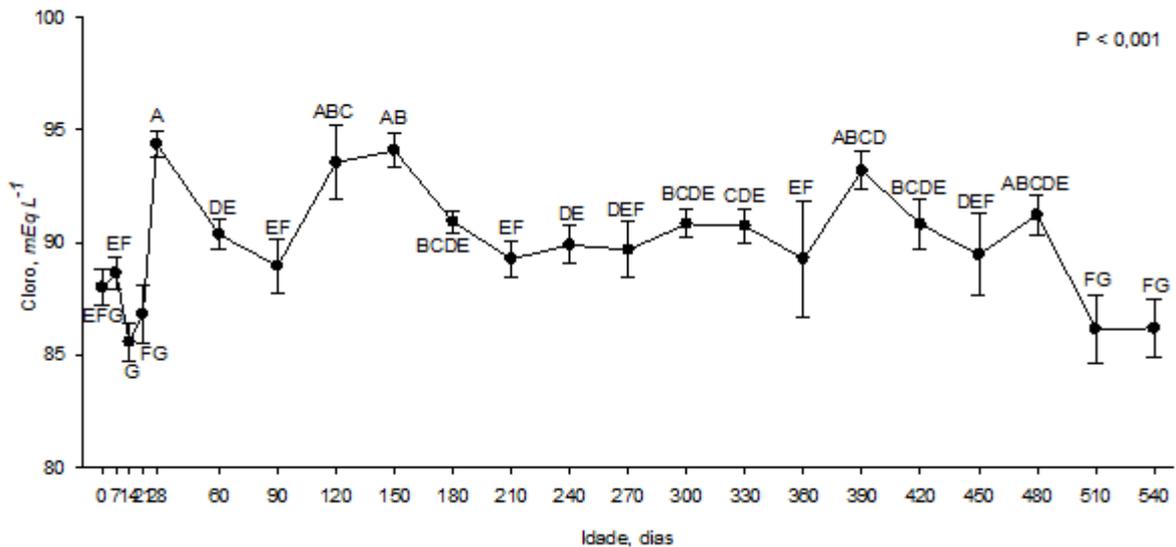
Figura 8. Médias \pm erros-padrão das médias para Magnésio ($mg\ dL^{-1}$) de bezerros bubalinos do nascimento aos 18 meses de idade, mestiços Murrah x Mediterrâneo, criados em lotação contínua no trópico úmido amazônico.



A exceção dos valores encontrados na primeira semana de vida, não é possível notar grandes variações nas quantidades desta variável na representação gráfica ao longo das faixas etárias. Achados semelhantes foram relatados em bezerras da raça holandesa avaliadas por Benesi e colaboradores (2005), estes autores levantam a possibilidade de este eletrólito não ser influenciado pelas variações sofridas pelo organismo em desenvolvimento no período neonatal e, portanto, manter-se estável ao longo dos tempos avaliados.

Isto ocorre pois o metabolismo do cloreto no organismo é intimamente relacionado ao do sódio, tendo este último mecanismos regulatórios bem definidos e restritos. Quadros de hiperclorêmia estariam relacionados a casos de acidose, enquanto a hipoclorêmia pode ter como causas enfermidades que levam à perda excessiva de fluidos corporais como diarreias. Assim, é esperado que as alterações nas concentrações séricas de cloro em um organismo saudável, como dos bezerros bubalinos do presente estudo, sejam de menor impacto (Carlson; Bruss, 2008).

Figura 9. Médias \pm erros-padrão das médias para Cloro ($mEq L^{-1}$) de bezerros bubalinos do nascimento aos 18 meses de idade, mestiços Murrah x Mediterrâneo, criados em lotação contínua no trópico úmido amazônico.

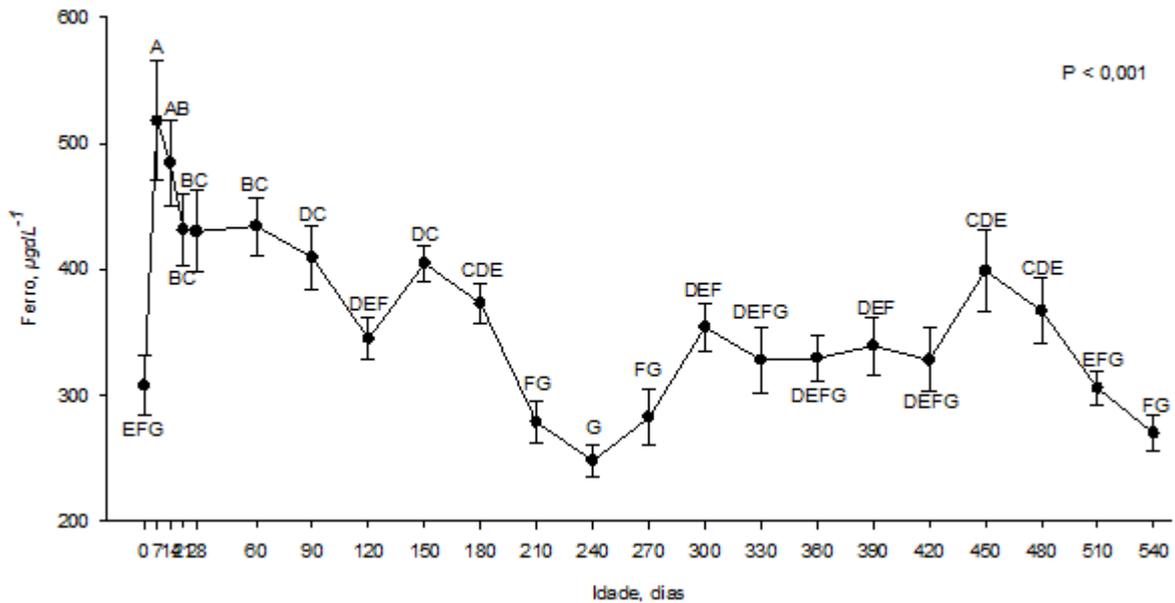


Para as concentrações séricas de ferro $\mu g dL^{-1}$ (figura 10) dos bezerros bubalinos avaliados neste estudo, foi possível observar o menor valor encontrado no dia do nascimento ($307,70 \pm 24,35 \mu g dL^{-1}$), seguido de um pico no sétimo dia de vida ($517,91 \pm 47,04 \mu g dL^{-1}$). A partir de então, a curva de concentração desse mineral apresenta um comportamento variável, com momentos de ascendência e queda, mas apresentando valores semelhantes em diversos momentos de avaliação.

O pico nas concentrações séricas de ferro encontrado no sétimo dia de vida pode estar relacionado à absorção deste mineral através do colostro e leite que, na espécie bubalina, são fontes muito ricas de ferro (Fagliari et al., 1998; Santana et al., 2018; Souza et al., 2019). Em concordância com os resultados aqui apresentados, um estudo realizado com búfalos maranhenses encontrou diversas variações relacionadas à idade nas dosagens séricas de ferro (Rocha et al., 2021).

Essas variações podem ser justificadas pela participação do ferro em diversos processos fisiológicos como a hematopoiese, produção de hemoglobinas e participação na resposta imune do indivíduo (Harvey, 2008). Dessa forma, os valores do ferro podem diferir ao longo das idades aferidas por estar diretamente relacionado ao crescimento, desenvolvimento e ganho de peso (Souza et al., 2019).

Figura 10. Médias \pm erros-padrão das médias para Ferro ($\mu\text{g dL}^{-1}$) de bezerros bubalinos do nascimento aos 18 meses de idade, mestiços Murrah x Mediterrâneo, criados em lotação contínua no trópico úmido amazônico.



Determinação dos metabólitos

Em relação aos valores encontrados para ureia mg dL^{-1} (figura 11) nos bezerros bubalinos, foi possível perceber uma redução brusca nos valores entre o dia do nascimento e o sétimo dia de vida, sendo $22,96 \pm 2,23 \text{ mg dL}^{-1}$ e $13 \pm 1,09 \text{ mg dL}^{-1}$, respectivamente. Após este momento, é possível observar um comportamento estável seguido de uma elevação a partir dos 6 meses e, novamente, a partir dos 10 meses.

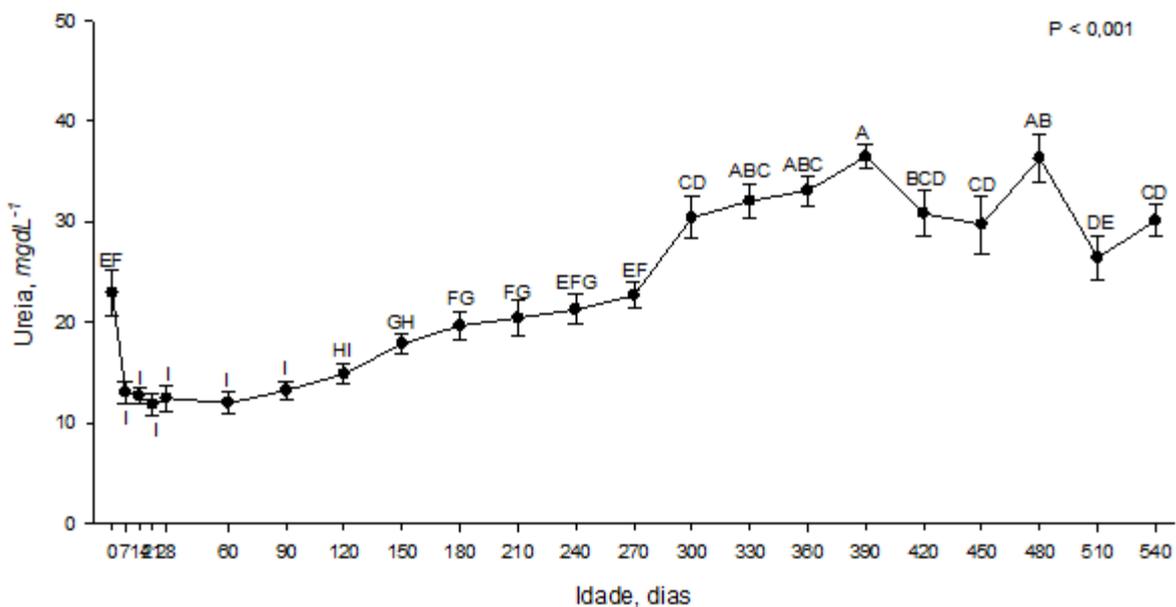
Este comportamento observado nos primeiros dias de vida pode estar relacionado ao desenvolvimento da função renal pelo neonato, tendo em vista que até antes do nascimento a excreção de metabólitos era realizada através da placenta, o início da atividade de filtração pelos rins pode promover um aumento na excreção da ureia e, posteriormente, após o estabelecimento da função renal normal, os valores tornam a subir até que se chegue em valores médios constantes (Benesi et al., 2005; Santana et al., 2018).

Feitosa et al. (2009b) avaliaram bezerros da raça holandesa ou mestiços, de 6 horas até 30 dias de vida, a fim de determinar o perfil bioquímico sérico para avaliação renal dos animais. Com relação à concentração de ureia, diferentemente do presente estudo, estes autores não encontraram diferença relacionada à idade, sendo tanto os

menores quanto os maiores valores encontrados nas primeiras 24 horas de vida e diversas oscilações registradas ao longo do primeiro mês.

Entretanto, os valores da ureia podem ser afetados diretamente pela disponibilidade proteica da dieta ofertada ao animal, além da capacidade do indivíduo de aproveitar e metabolizar as proteínas fornecidas (Benesi et al., 2005), dessa forma a avaliação desta variável precisa ser cuidadosa e sempre levar em consideração fatores relacionados ao manejo nutricional e sanitário dos animais.

Figura 11. Médias \pm erros-padrão das médias para ureia ($mg\ dL^{-1}$) de bezerros bubalinos do nascimento aos 18 meses de idade, mestiços Murrah x Mediterrâneo, criados em lotação contínua no trópico úmido amazônico.

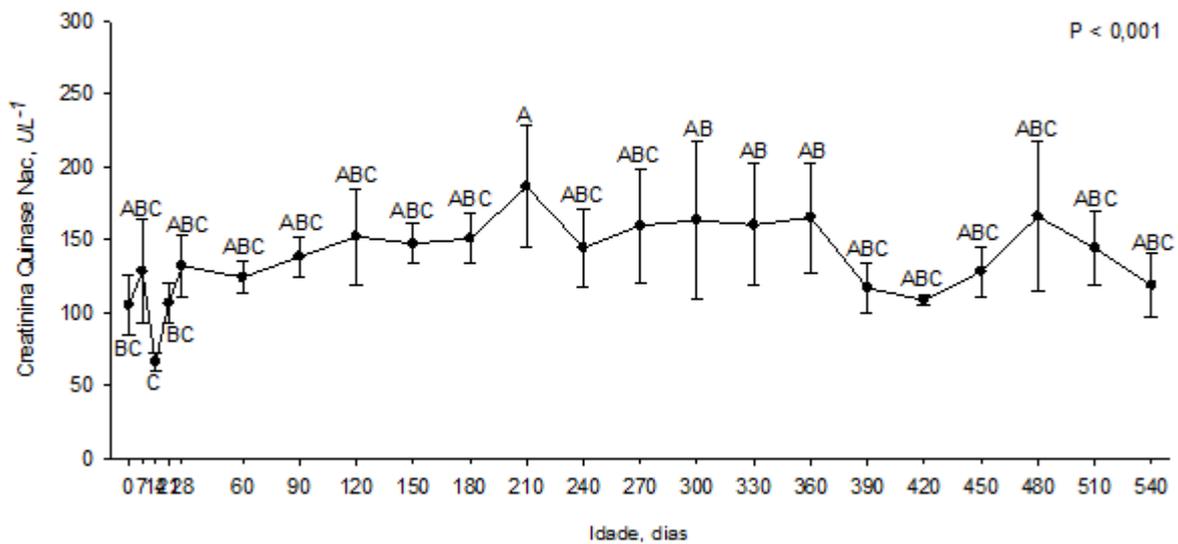


Quanto à avaliação sérica da enzima creatina quinase (CK), ilustrada na figura 12, o menor valor obtido se deu aos 14 dias de idade, sendo $65,85 \pm 6,40\ UL^{-1}$, já o maior valor foi obtido aos 7 meses, sendo $186,21 \pm 41,66\ UL^{-1}$. Apesar da representação gráfica demonstrar o decréscimo sofrido no 14º dia, não há diferenças estatísticas relacionadas à idade para essa variável.

Contrariamente aos achados do presente estudo, Boyd (1989) avaliou neonatos bovinos da raça Holstein e encontrou valores elevados de CK nos primeiros dias de vida. O autor sugeriu que essa elevação poderia estar relacionada ao intenso esforço físico durante o parto e à atividade física dos primeiros movimentos. Já nos animais avaliados por Benesi et al. (2005) o aumento da CK se deu de forma gradativa ao

longo dos tempos. Nesse caso, os autores sugeriram que o intenso ganho de massa muscular sofrido pelos animais até o 30º dia de vida seria responsável pelo aumento dessa enzima.

Figura 12. Médias ± erros-padrão das médias para Creatina Quinase (CK) (UL^{-1}) de bezerros bubalinos do nascimento aos 18 meses de idade, mestiços Murrah x Mediterrâneo, criados em lotação contínua no trópico úmido amazônico.



Em experimento realizado com bezerros bubalinos do momento do nascimento aos 30 dias, foi possível observar os maiores valores de CK às 24 horas de vida, com acréscimo significativo dos valores quando comparados ao momento do nascimento e, em seguida, um declínio agudo para então tornar a elevar-se (Souza et al., 2019). Esse comportamento se assemelha à representação gráfica da CK na figura 12 entre o momento do nascimento e o 28º dia de vida.

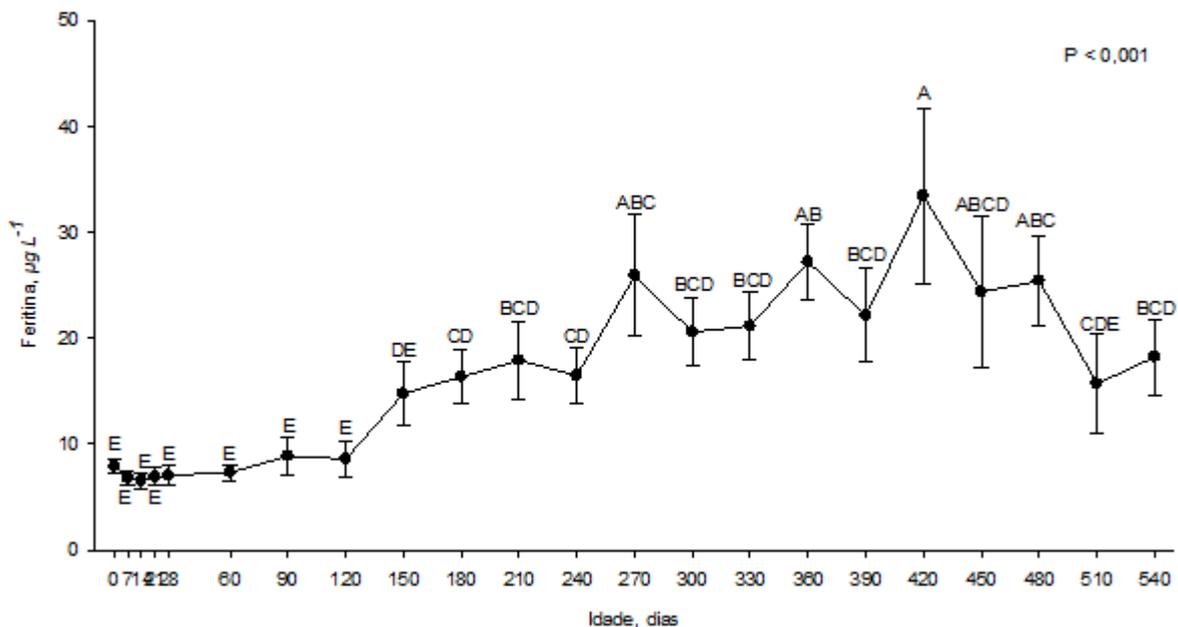
No primeiro mês de vida, o bezerro está sob intenso estresse muscular e ósseo relacionado ao crescimento rápido que sofre neste período. Sendo a CK um marcador de lesão muscular, é esperado que a concentração sérica desta enzima aumente nos momentos após o parto e que sofra variações ao longo do mês de maior desenvolvimento do animal (Valberg, 2008; Souza et al., 2019)

Em relação às concentrações séricas de ferritina $\mu g L^{-1}$ (figura 13) dos bezerros bubalinos do presente estudo se verificou que desde o momento do nascimento até os 4 meses de idade não houve diferenças estatísticas significativas. O menor valor obtido para ferritina foi $6,56 \pm 0,75 \mu g L^{-1}$ aos 14 dias de vida. A partir dos 180 dias de

idade se nota um comportamento ascendente da curva, permanecendo assim até os 540 dias de idade, nesse período de ascendência o maior valor médio foi aos 420 dias ($33,45 \pm 8,30 \mu\text{g L}^{-1}$).

A ferritina é um produto do metabolismo do ferro no organismo, estando relacionada diretamente ao armazenamento e disponibilidade deste mineral no corpo do animal. Como o ferro participa ativamente nos processos inflamatórias, é esperado que valores elevados de ferritina sejam encontrados nos exames de animais acometidos com doenças hepáticas, neoplasias ou processos que causem hemólise. Já valores reduzidos de ferritina são esperados para animais que sofram de deficiências relacionadas ao ferro, sejam elas de origem nutricional ou iatrogênica (Harvey, 2008; Stockham; Scott, 2008).

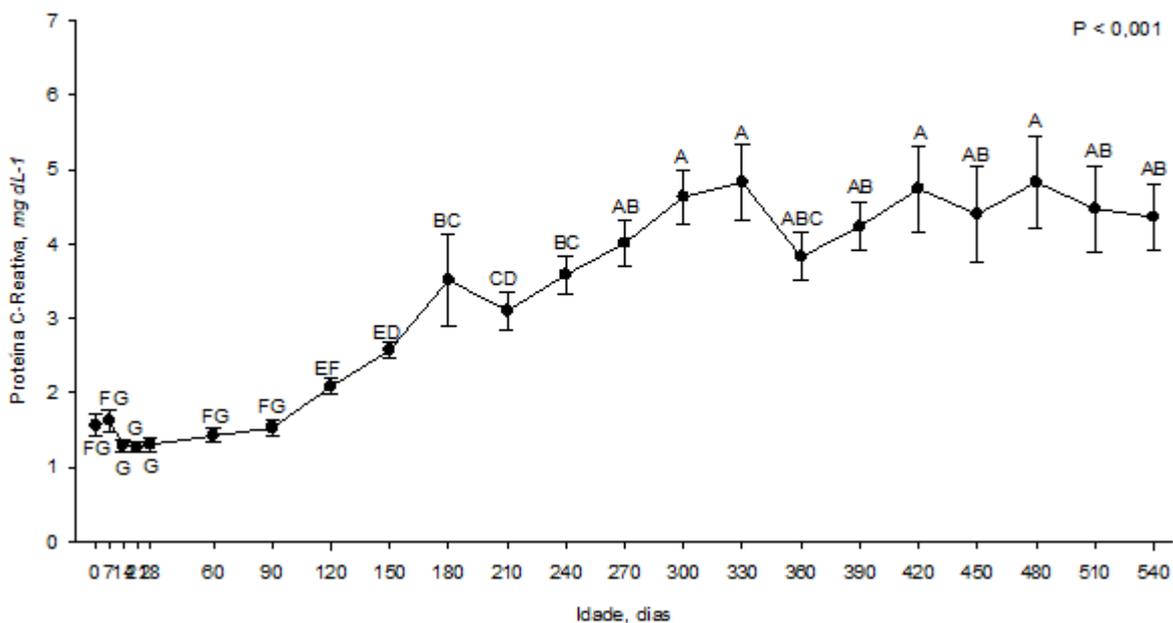
Figura 13. Médias \pm erros-padrão das médias para Ferritina ($\mu\text{g L}^{-1}$) de bezerros bubalinos do nascimento aos 18 meses de idade, mestiços Murrah x Mediterrâneo, criados em lotação contínua no trópico úmido amazônico.



Na avaliação da proteína C reativa (PCR) mg dL^{-1} (figura 14) percebe-se um comportamento ascendente nos valores ao longo dos meses, sendo no período neonatal e até os 90 dias os menores valores encontrados. Aos 21 dias de idade foi aferido o menor valor para esta variável: $1,26 \pm 0,07 \text{ mg dL}^{-1}$, após esse período é possível perceber o aumento discreto até os 270 dias, a partir de onde não há mais diferenças significativas.

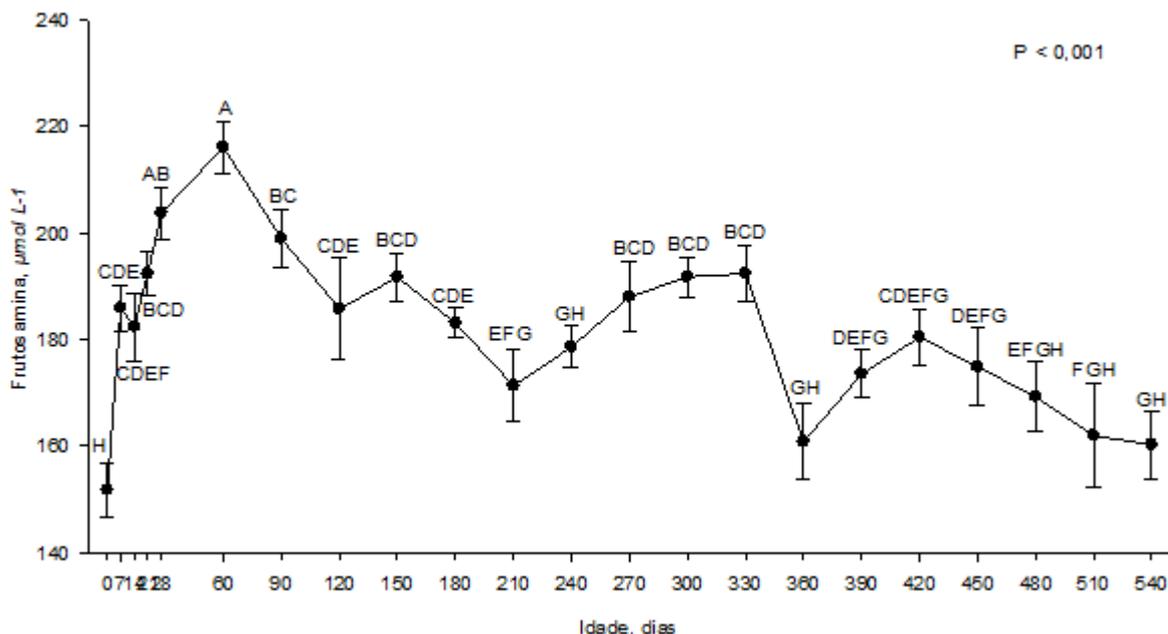
A avaliação de proteínas de fase aguda, como a PCR, permite monitorar o desenvolvimento e atividade da imunidade no indivíduo. Essas proteínas são capazes de elevar em até 25% sua atividade sérica em resposta aos processos inflamatórios e infecciosos. Dentre as funções da PCR estão a sinalização de patógenos para ativação do sistema complemento (Eckersall, 2008; Stockham; Scott, 2008). Dessa forma, pode-se inferir que o comportamento ascendente da proteína c reativa, visualizado na figura 14, está diretamente relacionado aos desafios enfrentados pelo sistema imunológico dos bezerros avaliados no presente estudo, conforme desenvolviam-se e se relacionavam com o ambiente ao seu redor.

Figura 14. Médias \pm erros-padrão das médias para Proteína C-reativa (PCR) ($mg\ dL^{-1}$) de bezerros bubalinos do nascimento aos 18 meses de idade, mestiços Murrah x Mediterrâneo, criados em lotação contínua no trópico úmido amazônico.



Quanto à avaliação sérica de frutossamina $\mu mol\ L^{-1}$ é possível perceber diversas oscilações na representação gráfica (figura 15), tendo o menor valor sido encontrado logo ao nascimento ($151,78 \pm 5,06\ mg\ dL^{-1}$). A partir desse momento é possível acompanhar a elevação nos valores desta variável até atingirem o pico aos 2 meses de idade e, então, observa-se a manutenção de valores aproximados, com um comportamento de decréscimo até atingir os 18 meses.

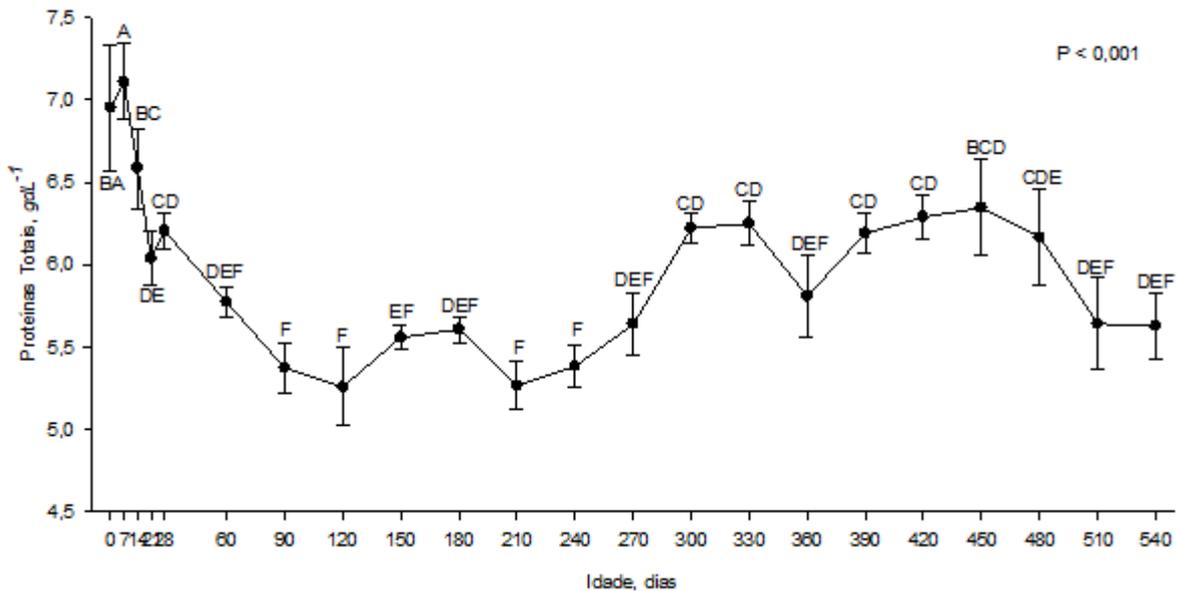
Figura 15. Médias \pm erros-padrão das médias para Frutosamina ($\mu\text{mol L}^{-1}$) de bezerros bubalinos do nascimento aos 18 meses de idade, mestiços Murrah x Mediterrâneo, criados em lotação contínua no trópico úmido amazônico.



A frutosamina é uma das proteínas glicosiladas, também chamadas cetoaminas. Seus valores séricos estão diretamente ligados aos processos fisiológicos relacionados à glicose e glicemia. Elevações significativas nos valores desta proteína podem estar relacionadas a quadros de diabetes, especialmente em felinos (Kaneko, 2008; Stockham; Scott, 2008). No presente estudo as diversas variações observadas na representação gráfica podem estar relacionadas às alterações nutricionais pelas quais os animais passam ao longo dos meses, desde a composição do leite pelo estado nutricional materno, até a composição das forrageiras disponíveis na pastagem.

A avaliação dos dados relacionados às proteínas totais (PT) (figura 16) dos bezerros bubalinos desde o nascimento até os 18 meses de idade demonstrou valores maiores de PT nos animais no dia do nascimento e até os sete dias de vida. Um marcado decréscimo foi observado na representação gráfica até os 120 dias, a partir de então as concentrações desta variável permaneceram estatisticamente similares até os 18 meses de idade.

Figura 16. Médias \pm erros-padrão das médias para Proteínas Totais (PT) ($g\ dL^{-1}$) de bezerros bubalinos do nascimento aos 18 meses de idade, mestiços Murrah x Mediterrâneo, criados em lotação contínua no trópico úmido amazônico.



Quando comparados aos valores preconizados para ruminantes na literatura, as concentrações de PT aqui encontradas para bezerros bubalinos das diversas faixas etárias se apresentam abaixo do esperado. Entretanto, um estudo que avaliou búfalos australianos dos 6 meses aos 5 anos constatou que os maiores valores de proteínas totais eram encontrados nos animais mais maduros (Canfield et al., 1984; Kaneko; Harvey; Bruss, 2008).

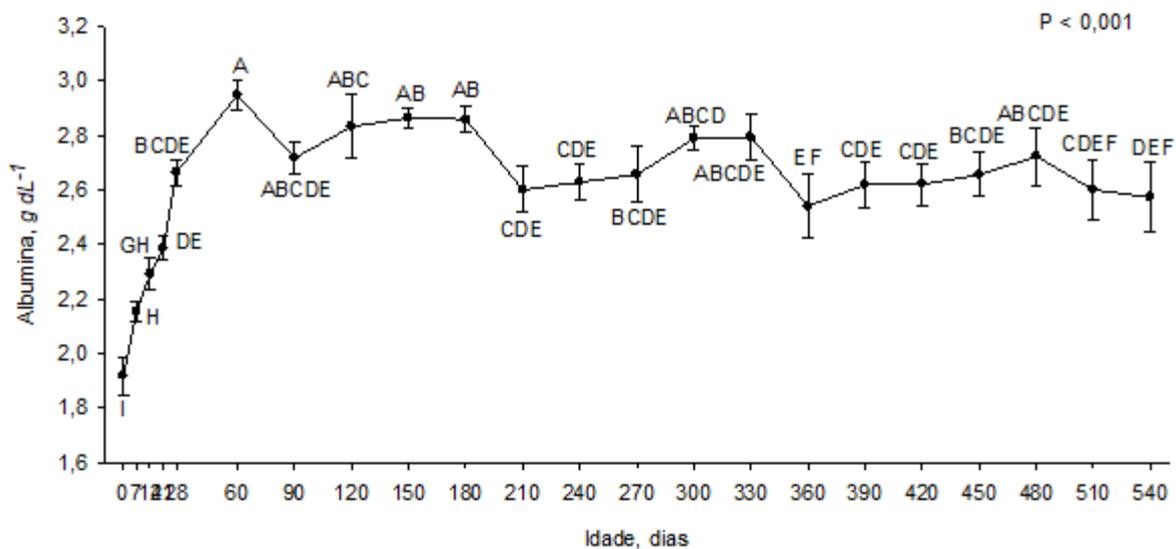
Um estudo com bubalinos avaliando os grupos entre 2 e 24 meses ou maiores do que 24 meses, constatou os maiores valores de PT nos animais acima de 2 anos (Fontes et al., 2014). Estes autores sugerem que, caso tivessem incluído neonatos em sua pesquisa, os valores poderiam ter sido maiores no grupo de animais mais novos, assim como os do presente estudo. Ao avaliar neonatos da raça Senepol, Delfino et al. (2014) observaram valores de proteínas séricas totais de $7,43 \pm 0,62\ g\ dL^{-1}$ nos primeiros 15 dias de vida com decréscimo significativo até os 30 dias, chegando a $4,59 \pm 0,8\ g\ dL^{-1}$, resultados semelhantes aos aqui apresentados.

Essa elevação dos valores de proteínas séricas totais nos recém-nascidos ocorre, provavelmente, pela presença das imunoglobulinas (IG) adquiridas através do colostro (Eckersall, 2008). Entretanto, a concentração dessas IG declina com o passar do tempo e o animal passa a precisar produzir seus próprios anticorpos, sendo essa

uma das possíveis justificativas para as concentrações menores de proteínas nos animais em desenvolvimento (Delfino et al., 2014; Fontes et al., 2014; Souza et al., 2019).

Na avaliação das concentrações de albumina $g\ dL^{-1}$ (figura 17) se observou que a curva apresentava um comportamento ascendente do dia do nascimento ao 60º dia, onde foi observado o valor máximo para a variável, $2,94 \pm 0,05\ g\ dL^{-1}$. A partir dos 60 dias de idade até os 18 meses, o comportamento da curva de albumina não demonstrou variações significativas, tendo valores similares nos diversos momentos avaliados.

Figura 17. Médias \pm erros-padrão das médias para Albumina ($g\ dL^{-1}$) de bezerros bubalinos do nascimento aos 18 meses de idade, mestiços Murrah x Mediterrâneo, criados em lotação contínua no trópico úmido amazônico.



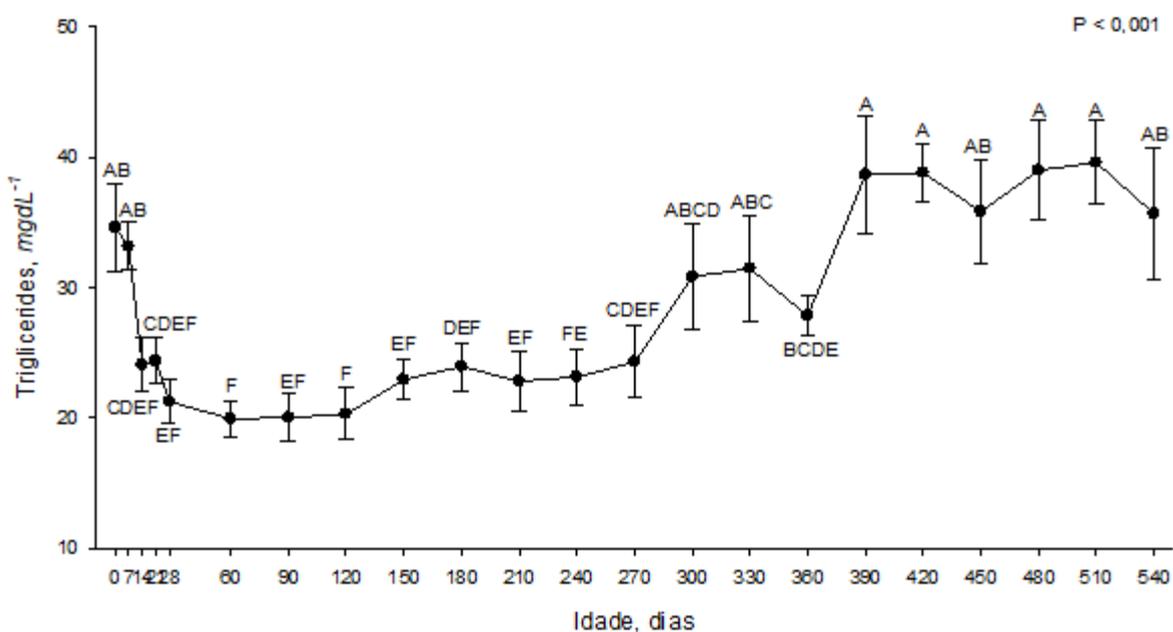
Produzida pelo fígado, a albumina é uma das principais proteínas séricas responsáveis pelo transporte de ácidos graxos, minerais e também na inativação de compostos tóxicos. Dentre as explicações para alterações nos valores dessa proteína, pode-se citar quadros de desidratação promovendo elevação de seus valores séricos e quadros de deficiência proteica promovendo redução (Eckersall, 2008; Rocha et al., 2021).

Os valores baixos encontrados no dia do nascimento até o sétimo dia de vida podem estar relacionados à imaturidade hepática dos animais recém-nascidos. Dessa forma, a manutenção dos valores estáveis ao longo de todos os demais períodos de avaliação apresentados neste estudo pode ser explicada pelo estado clínico saudável

dos animais, acompanhado da maturação das funções hepática e consequente produção eficiente de albumina. Além da ingestão através do leite materno. (Eckersall, 2008; Souza et al., 2019).

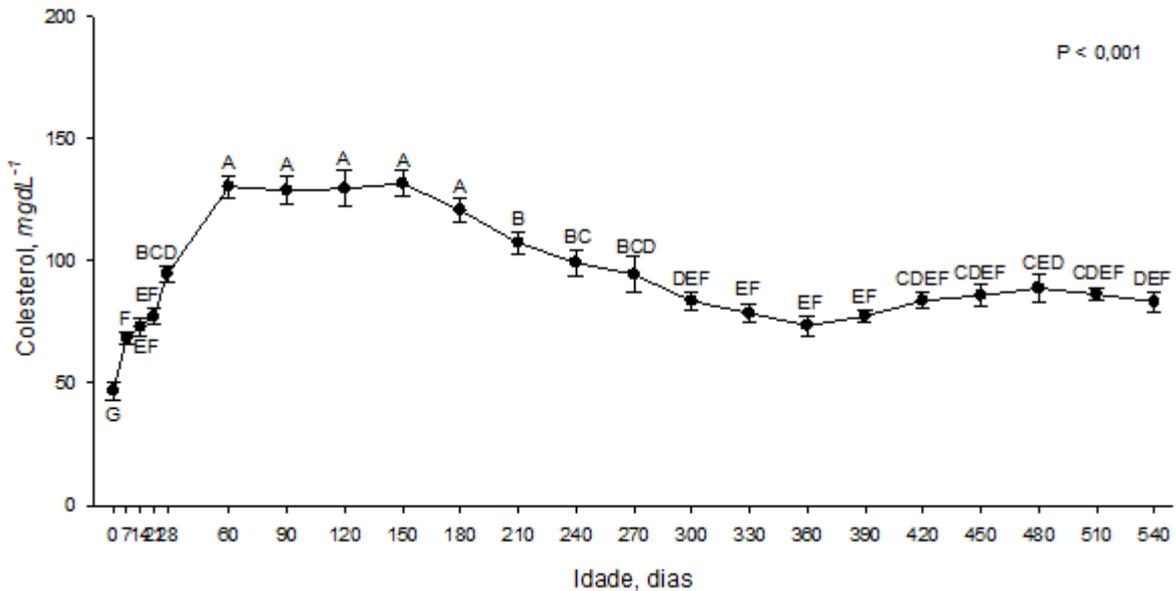
Em relação aos triglicérides $mg\ dL^{-1}$, demonstrados na figura 18, é possível observar valores altos no dia do nascimento e até o sétimo dia, seguido por uma redução e manutenção de valores até que, a partir do 1º ano de vida, tornam a elevar-se. Já para colesterol $mg\ dL^{-1}$ (figura 19) foram observadas as menores concentrações ao nascimento, sofrendo elevação até atingir seu maior valor aos 60 dias ($130,26 \pm 4,54\ mg\ dL^{-1}$), a partir de quando é possível perceber estabilização e manutenção dos níveis séricos de colesterol nos animais das diversas faixas etárias.

Figura 18. Médias \pm erros-padrão das médias para triglicérides ($mg\ dL^{-1}$) de bezerros bubalinos do nascimento aos 18 meses de idade, mestiços Murrah x Mediterrâneo, criados em lotação contínua no trópico úmido amazônico.



Triglicérides são a principal forma do organismo de armazenar ácidos graxos de cadeia longa, esses ácidos graxos podem ser sintetizados em diversos tecidos, mas apenas o fígado e tecidos ricos em gordura são capazes de fazê-lo em quantidades significativas. Já o colesterol é a molécula precursora dos hormônios esteroides, vitamina D e ácidos biliares e apenas animais são capazes de sintetizar colesterol, assim, não é obtido através da ingestão de vegetais (Bruss, 2008).

Figura 19. Médias \pm erros-padrão das médias para Colesterol ($mg\ dL^{-1}$) de bezerros bubalinos do nascimento aos 18 meses de idade, mestiços Murrah x Mediterrâneo, criados em lotação contínua no trópico úmido amazônico.



Os valores de colesterol e triglicérides encontrados pelos mais diversos estudos devem sempre ser avaliados com critério, pois essas variáveis são diretamente influenciadas por situações diferentes de manejo, nutrição, escore corporal, estado geral de saúde, além da idade dos animais (Ellah et al., 2014). Espera-se que bezerros lactentes possuam níveis mais altos de colesterol quando comparados aos bezerros desmamados. Isso se daria pelo aproveitamento das gorduras provenientes do leite materno.

No presente estudo é possível observar o aumento dos níveis de colesterol até o 5º mês de vida e, a partir daí, os níveis séricos desta variável decrescem lentamente até estabilizarem-se por volta do 12º mês. Esse comportamento pode estar relacionado à transição da dieta exclusivamente láctea para a introdução das forragens na dieta e conseqüente menor suprimento de gorduras pela alimentação para que os animais pudessem produzir colesterol. Já o elevado teor de triglicérides encontrado nos primeiros momentos de vida pode estar diretamente relacionado ao alto teor de gordura do colostro e leite de transição, ingerido pelos bezerros dessa faixa etária.

7 CONCLUSÕES

Diversos fatores podem interferir nos resultados de análises bioquímicas séricas, entre eles a faixa etária e o estágio de desenvolvimento em que o animal se encontra. No presente estudo foi possível observar que o período neonatal é aquele com maior influência sobre as variações nos resultados das análises realizadas, seguido pelo período de transição alimentar, onde o bezerro passa a consumir forrageiras e deixa de ser apenas lactente. Assim todas as enzimas e metabólitos analisados, com exceção da creatinina enzimática, sofreram variações na concentração, porém a ALT, FA, PT, fosforo, colesterol e triglicérides podem estar mais relacionadas com o crescimento do bezerro e o desenvolvimento das competências de seus órgãos e sistemas.

REFERÊNCIAS

- BENESI, F. J. COELHO, C. S., LEAL, M. L. DO R., MIRANDOLA, R. M. S., & LISBÔA, J. A. N. Parâmetros bioquímicos para avaliação da função renal e do equilíbrio hidroeletrólítico em bezerras sadias, da raça Holandesa, no primeiro mês de vida. *Brazilian Journal veterinary Research and animal Science*, São Paulo, v. 42, n. 4, p. 291-298, 2005. <https://doi.org/10.11606/issn.1678-4456.bjvras.2005.26424>
- BIRGEL JUNIOR, E. H.; VIANA R.B; AYRES, M. C. C.; BIOJONE, F. S. M.; LARA, M. C. C. S. H.; BIRGEL, E. H. Influência da parição e do puerpério sobre o eritrograma de caprinos (*Capra hircus*) da raça Saanen, Criados no Estado de São Paulo. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*, São Paulo, v. 40, n.1, p. 14-19, 2003. <https://doi.org/10.1590/S1413-95962003000700002>
- BIRGUEL JUNIOR, E. H., Viana, R. B., Ayres, M. C. C., Benesi, F. J., Gomes, V., Birgel, E. H. Influence of parturition and puerperium in the leucogram of Saanen goats (*Capra hircus*), raised in the State of São Paulo - *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*, v. 42, n. 5, p. 347-356, 2005. <https://doi.org/10.11606/issn.1678-4456.bjvras.2005.26411>
- BOYD, J.W. Serum enzyme changes in newborn calves fed colostrum. *Veterinary Clinical Pathology*, v. 28, n. 2, p. 47 - 51, 1989.
- BRUSS, M.L. Lipids and Ketones. In: KANEKO, J.J; HARVEY, J.W.; BRUSS, M.L. *Clinical Biochemistry of Domestic Animals*. Academic Press, 6th edition, p. 86-96, 2008.

CANFIELD, P.J.; BEST, F.G.; FAIRBURN, A.J.; PURDIE, J.; GILHAM, M. Normal haematological and biochemical values for the swamp buffalo (*Bubalus bubalis*) in Australia. *Australian Veterinary Journal*, v. 61, n. 3, p. 89 - 93, March, 1984.

CARLSON, G.P.; BRUSS, M. Fluid, electrolyte and acid-base balance. In: KANEKO, J.J.; HARVEY, J.W.; BRUSS, M.L. *Clinical Biochemistry of Domestic Animals*. Academic Press, 6th edition, p. 86-96, 2008.

COUCH, C.E.; MOVIUS, M.A.; JOLLES, A.E.; GORMAN, M.E.; RIGAS, J.D.; BEECHLER, B.R. Serum biochemistry in African Buffalo: defining reference intervals and assessing variability across season, age and sex. *Plos One*, 12(5): e017, 2017. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0176830>

DE LA CRUZ-CRUZ, L. A., OROZCO-GREGORIO, H., VARGAS-ROMERO, J. M., HERNÁNDEZ-ARTEAGA, S., SÁNCHEZ-SALCEDO, J. A., GONZÁLEZ-HERNÁNDEZ, M., RODEA, G.B., SANTIAGO, P. R., BONILLA-JAIME, H. Physiological responses in weaned water buffalo calves with different separation strategies. *Livestock Science*, v. 231, p. 103892, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2019.103892>

DELFINO, J.L.; BARBOSA, V.M.; GONDIM, C.C.; OLIVEIRA, P.M.; NASCIUTTI, N.R.; OLIVEIRA, R.S.B.R.; TSURUTA, S.A.; MUNDIM, A.V.; SAUT, J.P.E. Perfil bioquímico sérico de bezerros senepol nos primeiros 120 dias de idade. *Ciências Agrárias*, v. 35, n. 3, p. 1341 - 1350, maio/junho, 2014.

ECKERSALL, P.D. Proteins, proteomics and the dysproteinemias. In: KANEKO, J.J.; HARVEY, J.W.; BRUSS, M.L. *Clinical Biochemistry of Domestic Animals*. Academic Press, 6th edition, 2008.

ELLAH, M.R.A.; HAMED, M.I.; DERAR, R.I. Serum biochemical and haematological reference values for lactating buffaloes. *Comp. Clin. Pathol.* v. 23, p. 1179 - 1188, 2014.

ELLAH, M.R.A.; HAMED, M.I.; IBRAHIM, D.R.; RATEB, H.Z. Serum biochemical and haematological reference intervals for buffalo (*Bubalus bubalis*) heifers. *Journal of South African Veterinary Association*, v. 85, n. 1, art. 962, 7 p., 2014.

FAGLIARI, J.J.; SANTANA, A.E.; LUCAS, F.A.; CAMPOS FILHO, E.; CURI, P.R. Constituintes sanguíneos de bovinos recém-nascidos das raças nelore (*Bos indicus*) e holandesa (*Bos taurus*) e de bubalinos (*Bubalus bubalis*) da raça murrarah. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v. 50, n. 3, p. 253 - 262, 1998.

FEITOSA, F.L.F.; PEIRÓ, J.R.; MENDES, L.C.N.; CADIOLI, F.A.; CAMARGO, D.G.; YANAKA, R.; BOVINO, F.; PERRI, S.H.V. Determinação do perfil bioquímico hepático sérico de bezerros holandeses e mestiços na região de Araçatuba/SP. *Ciência Animal Brasileira*, s. 1, Anais do III Congresso Brasileiro de Buiatria, p. 250 - 255, 2009a.

FEITOSA, F.L.F.; PEIRÓ, J.R.; MENDES, L.C.N.; CADIOLI, F.A.; CAMARGO, D.G.; YANAKA, R.; BOVINO, F.; PERRI, S.H.V. Determinação do perfil bioquímico renal sérico de bezerros holandeses e mestiços na região de Araçatuba/SP. *Ciência Animal Brasileira*, s. 1, Anais do III Congresso Brasileiro de Buiatria, p. 255 - 259, 2009b.

FONTES, D.G.; MONTEIRO, M.V.B.; JORGE, E.M.; OLIVEIRA, C.M.C.; RITTER, R.A.; BARBOSA NETO, J.D.; SILVA FILHO, E.; MONTEIRO, F.O.B. Perfil hematológico e bioquímico de búfalos (*Bubalus bubalis*) na Amazônia Oriental. *Pesq. Vet. Bras.*, v. 34, n. 1, p. 57 - 63, 2014.

GOMES, V.; MADUREIRA, K.M.; BLAGITZ, M.G.; GALDINO, J.; VANTIM, G.; BENESI, F.J. Valores de referência e influência do fator etário sobre os parâmetros bioquímicos utilizados para avaliação da função hepática de bubalinos hípidos da raça Murrah. *ARS Veterinária*, v. 26, n.3, p. 128 - 131, 2010.

GREGORY, L.; BIRGEL JÚNIOR, E. H.; MIRANDOLA, R. M. S.; ARAUJO, W. P.; BIRGEL, E. H. Valores de referência da atividade enzimática da aspartato-aminotransferase e da gamaglutamiltransferase em bovinos da raça Jersey. Influência dos fatores etários, sexuais e da infecção pelo vírus da leucose dos bovinos. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 51, n. 06, 1999.

HARVEY, J.W. Iron metabolism and its disorders. In: KANEKO, J.J; HARVEY, J.W.; BRUSS, M.L. *Clinical Biochemistry of Domestic Animals*. Academic Press, 6th edition, p. 86-96, 2008.

KANEKO, J.J; HARVEY, J.W.; BRUSS, M.L. *Clinical Biochemistry of Domestic Animals*. Academic Press, 6th edition, 2008.

KANEKO, J.J. Carbohydrate metabolism and diseases. In: KANEKO, J.J; HARVEY, J.W.; BRUSS, M.L. *Clinical Biochemistry of Domestic Animals*. Academic Press, 6th edition, p. 86-96, 2008.

KLINKON, M.; JEZEK, J. Values of blood variable in calves. A bird's-eye view of veterinary medicine. *intech*. 2012.

INMET- INSTITUO NACIONAL DE METEREOLOGIA. Disponível em : portal.inmet.gov.br. Acesso em: março de 2021.

MORAES JÚNIOR, R. J., GARCIA, A. R., SANTOS, N. D. F. A. D., NAHÚM, B. D. S., LOURENÇO JUNIOR, J. D. B., ARAÚJO, C. V. D., COSTA, N. A. D. Environmental comfort of buffalo calves (*Bubalus bubalis* Linnaeus, 1758) on silvopastoral systems in the Eastern Amazon. *Acta Amazonica*, v. 40, n. 4, p. 629-640, 2010. <https://doi.org/10.1590/S0044-59672010000400001>

PARDHAN, B.; PANDA, G.M. Calving pattern and mortality trends in Murrah buffaloes calves in Orisa. *Ind. J. Anim. Prod. H.*, v.10, n.4, p.143-146, 1994

PÉREZ-SANTOS, M.; CASTILLO, C.; HERNÁNDEZ, J. et al. Biochemical variables from Holstein-Friesian calves older than one week are comparable to those obtained from adult animals of stable metabolic status on the same farm. *Vet. Clin. Pathol*, v.44, n.1, p.145-151, 2015.

PICCIONE, G., CASELLA, S., GIANNETTO, C., VAZZANA, I., NIUTTA, P.P., GIUDICE, E. Influence of age on profile of serum proteins in the calf. *Acta veterinaria*, v. 59, n. 4, p. 413-422, 2009. <http://dx.doi.org/10.2298/AVB0904413P>

RADOSTITS, O.M., GAY, C.C., HINCHCLIFF, K W., CONSTABLE, P.D. (Eds.) *Veterinary Medicine E-Book: A textbook of the diseases of cattle, horses, sheep, pigs and goats*. Elsevier Health Sciences, v. 10, p. 2045-2050, 2007.

ROCHA, T.B.; PAULINO, R.C.; SOARES, D.M.; POLICARPO, W.A.; SILVA FILHO, E.; MONTEIRO, M.V.B.; MACEDO, M.F.; PEREIRA, H.M. Hematology and biochemistry of buffalo (*Bubalus bubalis*): influence of sex and age on reference values. *Tropical Animal Health and Production*, v. 53, n. 273, 2021.

SANTANA, A.M.; SILVA, D.G.; CLEMENTE, V.; PIZAURO, L.J.L; BERNARDES, P.A.; SANTANA, C.H.; ECKERSALL, P.D.; FAGLIARI, J.J. Blood gas and serum biochemical RIs for healthy newborn Murrah buffaloes (*Bubalus bubalis*). *Veterinary Clinical Pathology*, v. 47, p. 94 - 99, 2018.

SHIVAHRE, P.R., GUPTA, A.K., PANMEI, A., BHAKAT, M., KUMAR, V., DASH, S.K., UPADHYAY, A. Mortality pattern of Murrah buffalo males in an organised herd. *Vet. World*, v. 7, n. 5, p. 356-359, 2014. <http://www.veterinaryworld.org/Vol.7/May-2014/17.pdf>

SILVA, J. A. R., ARAÚJO, A. A., LOURENÇO JÚNIOR, J. D. B., VIANA, R. B., SANTOS, N. D. F. A., GARCIA, A. R. Perfil hematológico de búfalas da raça Murrah, criadas ao sol e à sombra, em clima tropical da Amazônia Oriental. *Acta amazônica*, vol. 41(3), p. 425 – 430, 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/S0044-59672011000300014>

SOUZA, D.C.; SILVA, D.G.; ROCHA, T.G.; MONTEIRO, B.M.; PEREIRA, G.T.; FIORI, L.C.; VIANA, R.B.; FAGLIARI, J.J. Serum biochemical profile of neonatal buffalo calves. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec*. v. 71, n. 1, p. 187 - 196, 2019.

STOCKHAM, S.L.; SCOTT, M.A. *Fundamentals of Veterinary Clinical Pathology*. Blackwell Publishing, 2nd. edition, 2008.

TAVEIRA, R. Z., DA SILVEIRA NETO, O. J., DAS GRAÇAS AMARAL, A., MARTINS, T. R., DE CARVALHO, F. E., DE OLIVEIRA, B. C., JÚNIOR, C. C. P. Avaliação de parâmetros fisiológicos em búfalas da raça Murrah. *PUBVET*, v. 10, p. 448-512, 2016. <https://www.pubvet.com.br/uploads/2838bb9ddf8a192b846671be0104df4f.pdf>

TENNANT, B.C.; CENTER, S.A. Hepatic Function. In: KANEKO, J.J; HARVEY, J.W.; BRUSS, M.L. Clinical Biochemistry of Domestic Animals. Academic Press, 6th edition, 2008.

VALBERG, S.J. Skeletal muscle function. In: KANEKO, J.J; HARVEY, J.W.; BRUSS, M.L. Clinical Biochemistry of Domestic Animals. Academic Press, 6th edition, p. 86-96, 2008.

VIANA, R. B.; MONTEIRO, B. M.; RIBEIRO FILHO, J. D.; CARVALHO, J. G. S.; TEIXEIRA, P.P. M.; Melo, W. O.; ERMITA, P. A. N.; DAHER, LUCIARA CELI CHAVES; CARDOSO, E. C.; BERNARDES, O.; LIBERA, A. M. M. P. D. Perinatologia em Bubalinos. In: FELICIANO, M. A. R.; OLIVEIRA; M. E. F.; GIMENES, L.U.; VICENTE, W. R. R. (Org.). Perinatologia Veterinária. 1ed.São Paulo: MedVet, 2020, v. 1, p. 141-246.