

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS VETERINÁRIAS

PERFIL BIOQUÍMICO SANGUÍNEO DE LINHAGEM
PESADA DE FRANGO DE CORTE

Marcelo Sebastião Rezende
Médico Veterinário

UBERLÂNDIA – MINAS GERAIS - BRASIL
2017

MARCELO SEBASTIÃO REZENDE

PERFIL BIOQUÍMICO SANGUÍNEO DE LINHAGEM
PESADA DE FRANGO DE CORTE

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias da Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor em Ciências Veterinárias.

Área de Concentração: Saúde Animal.

Orientador: Prof. Dr. Antonio Vicente Mundim

UBERLÂNDIA – MINAS GERAIS - BRASIL
2017

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

R467p
2017 Rezende, Marcelo Sebastião, 1969
 Perfil bioquímico sanguíneo de linhagem pesada de frango de corte /
 Marcelo Sebastião Rezende. - 2017.
 61 f. : il.

 Orientador: Antonio Vicente Mundim.
 Tese (doutorado) - Universidade Federal de Uberlândia, Programa
de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias.
 Disponível em: <http://dx.doi.org/10.14393/ufu.te.2018.50>
 Inclui bibliografia.

 1. Veterinária - Teses. 2. Frango de corte - Criação - Teses. 3.
Frango de corte - Fisiologia - Teses. 4. Produção animal - Teses. I.
Mundim, Antonio Vicente. II. Universidade Federal de Uberlândia.
Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias. III. Título.

CDU: 619

Angela Aparecida Vicentini Tzi Tziboy – CRB-6/947

MARCELO SEBASTIÃO REZENDE

PERFIL BIOQUÍMICO SANGUÍNEO DE LINHAGEM PESADA DE FRANGO
DE CORTE

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias da Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Ciências Veterinárias.

Área de Concentração: Saúde Animal

Uberlândia, 14 de dezembro de 2017

Banca examinadora:

Prof. Dr. Antonio Vicente Mundim
(Orientador – UFU)

Prof. Dr. Paulo Lourenço da Silva
(Examinador – UFU)

Prof. Dra. Belchiolina Beatriz Fonseca
(Examinadora – UFU)

Prof. Dr. Lúcio Vilela Carneiro Girão
(Examinador – UFU)

Prof. Dr. Humberto Eustáquio Coelho
(Examinador – UNIUBE)

UBERLÂNDIA – MINAS GERAIS - BRASIL
2017

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

MARCELO SEBASTIÃO REZENDE – nascido em 11 de março de 1969 em Ituiutaba – MG. Em 1992 concluiu o curso de graduação em Medicina Veterinária pela Universidade Federal de Uberlândia. Em 1993 iniciou suas atividades profissionais na Granja Rezende S/A, exercendo o cargo de supervisor técnico de granjas, atuando na área de matrizes de frango de corte. Com a aquisição da empresa pela Sadia S/A em 1999 e posteriormente, com a fusão com a Perdigão Agroindustrial S.A em 2011, criando a Brasil Foods S.A (BRF), manteve vínculo profissional com a mesma. Neste período atuou como veterinário sanitário nas áreas de matrizes e incubatório de frango de corte e na granja de avós de frango de corte, na qual ainda está em exercício profissional. Em 2005 concluiu o Curso de Direito na Universidade Federal de Uberlândia, tendo sido aprovado em concurso e atuado na mesma Unidade Acadêmica como professor substituto em 2006 e 2007. Em 2011 concluiu o mestrado em Geografia Médica, sob a orientação do Prof. Dr. Samuel do Carmo Lima, na Universidade Federal de Uberlândia, com o título da dissertação “Gripe aviária, aves migratórias e o controle sanitário na criação de aves comerciais e de subsistência no município de Uberlândia - Minas Gerais”.

“A verdadeira viagem de descobrimento não consiste em procurar novas paisagens, mas em ter novos olhos”. (Marcel Proust)

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela oportunidade da vida.

À minha mãe “Tianinha” e aos meus irmãos, pelo conforto e o privilégio do convívio familiar.

À amada Carmem e a minha princesa Pietra, expressão máxima do amor e do carinho.

Aos colegas de trabalho, personificados pelo companheiro Camilo Lellis, pelo apoio e amizade.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Antonio Vicente Mundim, pelo apoio irrestrito na condução desta jornada.

Ao Prof. Dr. Paulo Lourenço da Silva, pela amizade e ensinamentos, sendo a minha referência de caráter e dedicação.

Aos colegas do Laboratório Clínico do Hospital Veterinário da UFU, que não mediram esforços para que o experimento fosse realizado.

Aos membros da banca, pela prontidão em aceitar o convite da defesa, os meus sinceros agradecimentos.

A todas as pessoas que, embora não citadas nominalmente, contribuíram para que este sonho pudesse se realizar.

Muito obrigado!

CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES

A carne de frango tornou-se nos últimos anos uma das principais fontes de proteína animal consumida no Brasil e um dos produtos líderes da pauta de exportação do agronegócio nacional.

Esta posição de destaque foi conseguida pela contínua evolução das áreas de sanidade, nutrição, manejo, ambiência e genética. Na cadeia avícola, a criação de reprodutores de linhagem pesada de frango de corte tem papel de destaque, haja visto que desempenham o papel de transmissão do código genético ao frango, garantindo a expressão fenotípica de suas qualidades selecionadas.

Todavia, a produção de animais de alto rendimento e produtividade prescinde do conhecimento da sua fisiologia, das possíveis alterações metabólicas a que estão sujeitos e das melhores condições de criação, traduzindo na garantia do seu bem-estar.

A patologia clínica representa importante ferramenta de auxílio de diagnóstico, muito explorada na medicina humana e na clínica veterinária de animais de companhia. Nas criações industriais dos animais de produção, em destaque nas reprodutoras de frango de corte, não houve a mesma demanda para a sua aplicação, embora, nos últimos anos, tenha aumentado a utilização deste recurso na criação de frango de corte e poedeiras comerciais.

Com o objetivo de conhecer as variações fisiológicas de acordo com a idade e o sexo no perfil bioquímico sanguíneo de aves da linhagem pesada de frango de corte, foi realizada a coleta de sangue para a análise de alguns parâmetros bioquímicos. As avaliações foram realizadas nas idades de 4, 12, 20, 28, 36, 44, 52 e 60 semanas, utilizando uma unidade de produção industrial de matrizes de frango de corte, no município de Uberlândia, MG.

Entre os constituintes bioquímicos sanguíneos pesquisados, houve diferenças significativas ($p < 0,05$) na proteína total, albumina, globulinas, relação A/G, ácido úrico, triglicérides, colesterol, glicose, fósforo, relação Ca/P, AST e FAL, demonstrando influência do sexo e/ou idade, quando analisados nas fases de recria e produção. Ca e GGT também apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$) na fase de recria e a ALT na fase de produção, sendo também influenciados pelo sexo e/ou idade.

Nesse sentido, faz-se necessário realizar novos estudos nesta mesma linha de pesquisa, empregando também outras ferramentas de diagnóstico, como a clínica e a patologia,

procurando melhor compreender a fisiologia e os possíveis desafios infecciosos e alterações metabólicas em aves da linhagem pesada de frango de corte.

Palavras-chave: Reprodutores de frango de corte, bioquímica sanguínea, fase de recria, fase de produção.

PRELIMINARY CONSIDERATIONS

Chicken meat has become in recent years one of the main sources of animal protein consumed in Brazil and one of the leading products of the national agribusiness export agenda.

This outstanding position was achieved by the continuous evolution of the areas of health, nutrition, management, environment and genetics. In the poultry chain, the breeding of heavy chicken's lineage have a prominent role, since they play the role of transmission of the genetic code to the chicken, guaranteeing the phenotypic expression of its selected qualities.

However, the production of high-yielding and productive animals lacks the knowledge of their physiology, the possible metabolic alterations to which they are subject and the best conditions of creation, thus guaranteeing their well-being.

Clinical pathology represents an important diagnostic aid tool, much explored in human medicine and veterinary practice in companion animals. However, in recent years, there has been an increase in the use of this resource in the production of broiler chickens and commercial laying hens.

In order to know the physiological variations according to age and sex in the blood biochemical profile of the broiler breeders, blood was collected for the analysis of some biochemical constituents. The evaluations were defined at the ages of 4, 12, 20, 28, 36, 44, 52 and 60 weeks, using an industrial production unit of broiler breeders, in the city of Uberlândia, MG.

Among the biochemical constituents studied, there were significant differences ($p < 0.05$) in total protein, albumin, globulins, A / G ratio, uric acid, triglycerides, cholesterol, glucose, phosphorus, Ca / P, AST and ALP, demonstrating the influence of gender and / or age, when analyzed in the rearing and production phases. Ca and GGT also showed significant differences ($p < 0.05$) in the rearing phase and ALT in the production phase, and were also influenced by sex and / or age.

In this sense, it is necessary to undertake new studies in this same line of research, also using other diagnostic tools, such as clinical and pathology, seeking to better understand the physiology and possible infectious challenges and metabolic changes in poultry heavy strain broiler.

Keywords: Broiler breeders, blood biochemistry, rearing stage, production stage.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Exigências nutricionais das aves de linhagem pesada de frango de corte e níveis de suplementação de vitaminas e minerais na fase de recria.....	30
Tabela 2 -	Valores médios e desvio padrão do peso, das concentrações de proteínas, nutrientes e metabólitos sanguíneos em machos e fêmeas de linhagem pesada de frango de corte na fase de recria	32
Tabela 3 -	Valores médios e desvio padrão das concentrações séricas dos minerais e enzimas em machos e fêmeas de linhagem pesada de frango de corte na fase de recria	36
Tabela 4 -	Exigências nutricionais das aves de linhagem pesada de frango de corte e níveis de suplementação de vitaminas e minerais na fase de produção	47
Tabela 5 -	Valores médios e desvio padrão do peso, das concentrações de proteínas, nutrientes e metabólitos sanguíneos em machos e fêmeas de linhagem pesada de frango de corte na fase de produção.....	59
Tabela 6 -	Valores médios e desvio padrão das concentrações séricas de minerais e enzimas em machos e fêmeas de linhagem pesada de frango de corte na fase de produção.....	60

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

A/G	Relação albumina/globulina
ALT	Alanina aminotransferase
ANOVA	Análise de variância
AST	Aspartato aminotransferase
Ca	Cálcio
Ca/P	Relação cálcio fósforo
CEUA	Comitê de ética na utilização de animais
CK	Creatina quinase
dL/g	Decilitro por grama
FAL	Fosfatase alcalina
g	Grama
g/dL	Grama por decilitro
GGT	Gama glutamiltransferase
HDL	Lipoproteína de alta densidade
IFCC	International Federation of Clinical Chemistry
Kcal/g	Quilocaloria por grama
Kcal/Kg	Quilocaloria por quilo
LDL	Lipoproteína de baixa densidade
mg/dL	Miligrama por decilitro
mg/Kg	Miligrama por quilo
mL	Milímetro
P	Fósforo
pH	Potencial hidrogeniônico
UFU	Universidade Federal de Uberlândia
UI/L	Unidade internacional por litro
UV	Ultravioleta
VLDL	Lipoproteína de muito baixa densidade
° C	Grau Celsius
(n)	Número de amostras
®	Marca registrada no Brasil
™	Marca comercial em inglês – Trademark symbol

SUMÁRIO

1	CAPÍTULO I - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
1.1	Introdução	14
1.2	Metabólitos e nutrientes	14
1.3	Enzimas	18
1.4	Minerais	21
1.5	Considerações finais	22
1.6	Referências	22
2	CAPÍTULO II – ARTIGO CIENTÍFICO – VARIAÇÕES FISIOLÓGICAS, INFLUÊNCIA DA IDADE E SEXO NO PERFIL BIOQUÍMICO SANGUÍNEO DE AVES DA LINHAGEM PESADA DE FRANGO DE CORTE NA FASE DE RECRIA	27
2.1	Resumo	27
2.2	Abstract	28
2.3	Introdução	28
2.4	Material e métodos	29
2.5	Resultados e Discussão	31
2.6	Conclusão	38
2.7	Referências	39
3	CAPÍTULO III – ARTIGO CIENTÍFICO – INFLUÊNCIA DA FAIXA ETÁRIA E SEXO NOS VALORES DOS CONSTITUINTES BIOQUÍMICOS SANGUÍNEOS DE AVES DA LINHAGEM PESADA DE FRANGO DE CORTE NA FASE DE RECRIA	43
3.1	Resumo	43
3.2	Abstract	44
3.3	Introdução	44
3.4	Material e métodos	45
3.5	Resultados e Discussão	48

3.6	Conclusão	54
3.7	Comitê de Ética e Biossegurança	55
3.8	Referências	55
4	ANEXO - Parecer do Comitê de Ética na Utilização de Animais .	61

CAPÍTULO I

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1 INTRODUÇÃO

A composição bioquímica do plasma sanguíneo reflete de modo fiel a situação metabólica dos tecidos animais, sendo possível a avaliação de alterações no funcionamento de órgãos, adaptação do animal diante de desafios nutricionais e fisiológicos e desequilíbrios metabólicos específicos ou de origem nutricional. Entretanto, para uma correta interpretação são necessários valores de referência apropriados para a espécie a serem analisadas (GONZÁLEZ e SCHEFFER, 2003).

A determinação dos valores dos componentes sanguíneos utilizando exames laboratoriais é um procedimento importante para auxiliar o diagnóstico de vários distúrbios, sendo rotineiramente utilizada na clínica de pequenos animais e na medicina humana. Entretanto é pouco explorada quando se trata da criação doméstica ou industrial de aves.

Existem atualmente vários desafios na produção industrial de aves, como os distúrbios metabólicos, que prescindem de uma melhor compreensão das alterações fisiológicas, como forma de prevenir ou minimizar os seus efeitos. Nesse sentido, alguns marcadores bioquímicos poderiam ser utilizados em nível de seleção genética, privilegiando os indivíduos melhor preparados.

O objetivo deste estudo foi avaliar as variações fisiológicas e a influência das faixas etárias e sexo sobre as proteínas, metabólitos, minerais e enzimas séricas e ou plasmáticas em aves da linhagem pesada de frangos de corte nas fases de recria e produção, detalhando o valor diagnóstico, as alterações fisiológicas e patológicas que caracterizam cada fase, focando nas particularidades das aves.

2 METABÓLITOS E NUTRIENTES

O metabolismo envolve os processos pelos quais os animais obtêm a energia química contida nos alimentos. Este processo engloba um conjunto de mecanismos bioquímicos que acontecem desde o momento da ingestão, durante a utilização e até a excreção de produtos derivados. Classicamente estes processos bioquímicos têm sido divididos em função do metabolismo dos três constituintes principais dos alimentos: carboidratos, proteínas e lipídios

(KANEKO et al., 2008). A mensuração dos produtos derivados destes processos definirá o perfil metabólico de cada indivíduo ou espécie (SARUP et al., 2012).

2.1 Proteínas

A grande maioria das proteínas circulantes no plasma é sintetizada pelo fígado, sendo que as imunoglobulinas são produzidas por linfócitos B e plasmócitos, representando um componente significativo na concentração das proteínas plasmáticas totais (CAMPBELL, 2004).

Dentre as principais funções destas moléculas estão a manutenção do volume sanguíneo por meio do efeito osmótico coloidal, a participação na manutenção do pH do sangue, o transporte de diversas substâncias como lipídeos e hormônios, a catalisação de reações químicas por meio das enzimas e a defesa do organismo por meio dos anticorpos (MELILLO, 2013).

Os valores das proteínas totais nas espécies aviárias costumam ser menores quando comparados com os dos mamíferos, variando de 2,5 a 4,5 g/dL (HARR, 2002). De forma geral, os principais fatores que afetam as concentrações das proteínas totais nas aves são: idade, sazonalidade, condições de criação (manejo) e doenças (LUMEIJ, 1997).

As principais frações das proteínas do plasma sanguíneo são a pré-albumina, encontrada principalmente nos psitacídeos, a albumina, a alfa 1 globulina, a alfa 2 globulina, a beta globulina e a gamaglobulina, sendo importantes para a análise de respostas inflamatórias na bioquímica clínica (KERR, 2003; KANEKO et al., 2008). A albumina é a mais importante das proteínas do plasma, representando de 40 a 50% das proteínas totais (KANEKO et al., 2008).

Alguns distúrbios podem interferir nos padrões normais das proteínas plasmáticas. Na insuficiência hepática há diminuição significativa dos valores das proteínas totais, com aumento na relação albumina/globulinas (A/G), incluindo alterações gastrintestinais e renais, levando a um quadro de hipoproteinemia (LEWANDOWSKI et al., 1986; LUMEIJ, 1997). Nos quadros de inflamação, peritonite, aspergilose, tuberculose e psitacose pode ocorrer a diminuição da relação A/G (LUMEIJ, 1997; JONES, 1999).

2.2 Ácido úrico

A principal forma de excreção de componentes nitrogenados nas aves ocorre na forma de ácido úrico, já que as aves são animais uricotélicos (HOCHLEITHNER, 1994; THRALL et

al., 2004). Ele apresenta menos toxicidade do que outros metabólitos, como a amônia e a ureia. A justificativa se deve ao fato das aves serem ovíparas, onde o desenvolvimento embrionário ocorre dentro do ovo, que não permite a difusão de produtos de excreção para o exterior (HARR, 2002).

As concentrações de ácido úrico podem ser influenciadas pela idade, com valores maiores nos animais mais jovens; com a dieta, sendo maiores nos alimentos com maiores teores proteicos ou ainda em alterações fisiológicas ou metabólicas (HOCHLEITHNER, 1994; ALONSO-ALVAREZ, 2005; CAPITELLI; CROSTA, 2013).

A avaliação das concentrações séricas de ácido úrico é utilizada para diagnóstico de alterações na função renal nas aves. Nas espécies aviárias, o aumento é verificado quando ocorre um nível de comprometimento renal superior de 70 a 80% (HOCHLEITHNER, 1994). A restrição alimentar, que implica na utilização de proteínas estruturais, através do catabolismo proteico, também pode provocar o aumento dos valores séricos de ácido úrico (RAJMAN et al., 2006).

2.3 Colesterol

O colesterol constitui o lipídio de maior composição nas membranas celulares, além de ser precursor de hormônios esteróides (como o estrogênio), da vitamina D e dos ácidos biliares. As duas principais fontes de colesterol disponíveis às células são sintetizadas principalmente no fígado, em seguida transportado a todas as outras células do organismo (ATTIE, 2007).

As concentrações plasmáticas para a maioria das espécies de aves variam de 100 a 250 mg/dL (LUMEIJ, 1997). A hipercolesterolemia pode ser causada por insuficiência hepática (KANEKO et al., 2008). Como o colesterol é eliminado na forma de ácidos biliares, o aumento da sua concentração sérica pode estar associado com obstrução biliar extra-hepática, fibrose hepática e hiperplasia de ductos biliares nas aves (AMAND, 1986; CAMPBELL, 2004). Em contrapartida, a hipocolesterolemia pode estar associada a estágios finais de falha hepática, má digestão ou má absorção e inanição (THRALL et al., 2004; CAPITELLI; CROSTA, 2013).

Em algumas situações, a elevação do colesterol sérico pode não estar relacionada a alterações patológicas. Ocorre, por exemplo, nas aves adultas, sendo o reflexo da produção de esteróides no metabolismo lipídico para a produção de hormônios sexuais, ou em função da

dieta, aumentado nas aves carnívoras (HOCHLEITHNER, 1994; ALONSO-ALVAREZ, 2005).

2.4 Triglicerídeos

Os triglicerídeos são esterificados na mucosa intestinal a partir dos componentes da digestão e absorção de ácidos graxos. Como as linhagens comerciais de frango geralmente são alimentadas com dietas que apresentam baixos níveis de lipídios (menos de 10%), o fígado desempenha um papel fundamental na provisão de lipídios a serem utilizados por todos os tecidos, incluindo o próprio fígado (HERMIER, 1997).

Os triglicerídeos têm função importante como reserva de energia para o organismo animal. Possui grande vantagem sobre os carboidratos devido ao seu caráter hidrofóbico, ou seja, sem moléculas de água adsorvidas, o que torna o peso da reserva menor. Além disso, sua oxidação libera 9,3 kcal/g de energia, enquanto que os carboidratos e as proteínas liberam 4,1 kcal/g (LEHNINGER et al., 2006).

As variações nas concentrações de triglicerídeos no sangue estão associadas à dieta, ao sexo e aos fatores hormonais (HOCHLEITHNER, 1994). A falta de controle da alimentação de matrizes das linhagens modernas de frango de corte pode desencadear problemas reprodutivos associados à obesidade, como baixa produção de ovos, maior incidência de ovos de duas gemas e alta mortalidade (HOCKING et al., 1989; KATANBAF et al., 1989; YU et al., 1992).

2.5 Glicose

A concentração sanguínea de glicose em aves sadias varia de 200 a 500 mg/dL, e de acordo com o ritmo circadiano, até 800 mg/dL em colibris. Os teores normais de glicose são mantidos pela glicogenólise hepática durante períodos curtos de jejum. Períodos prolongados de jejum em aves sadias (até oito dias), não diminuem a utilização de glicose, como nos mamíferos. Durante o jejum, a perda de energia está relacionada com a depleção de gorduras e mobilização de proteínas, resultando em perda de peso, que pode ser observada pela redução da massa muscular peitoral (CAMPBELL, 2004).

Como nos mamíferos, o metabolismo da glicose nas aves é regulado pela insulina e pelo glucagon. Todavia, o glucagon parece interferir de forma significativa nesse metabolismo, o que pode ser explicado pelo fato de que aves granívoras apresentam abundância de células alfa no pâncreas e uma menor proporção insulina:glucagon em relação

aos mamíferos. A distribuição das células pancreáticas em aves carnívoras é semelhante à dos mamíferos, assim, o metabolismo da glicose difere entre aves granívoras e carnívoras (LUMEIJ, 1997).

A hipoglicemia é observada quando os teores de glicose caem para menos de 200 mg/dL, e resulta de jejum prolongado, doença hepática severa, septicemia ou distúrbios endócrinos (CAMPBELL, 2004). A demora na separação do soro ou plasma das células não diminui de forma significativa a concentração de glicose como nos mamíferos, pois os eritrócitos das aves utilizam ácidos graxos e não glicose para seu metabolismo (AMAND, 1986; CAMPBELL, 2004).

A hiperglicemia é caracterizada por concentrações de glicose acima de 500 mg/dL, e ocorre em diabetes mellitus, aparentemente associado com excesso de glucagon por tumores pancreáticos e pancreatites (LUMEIJ, 1997; CAMPBELL, 2004), liberação de catecolaminas e excesso de glicocorticóides por estresse ou administração de corticosteróides (AMAND, 1986; CAMPBELL, 2004). Em tucanos, a ocorrência de diabetes mellitus é significativa e está, aparentemente, relacionada com frutas da dieta (CAMPBELL, 2004; FUDGE, 2000).

3 ENZIMAS

As enzimas estão localizadas dentro da célula animal, podendo ser encontradas no citoplasma, nas mitocôndrias, no núcleo ou na membrana celular. Ocorrendo lesão celular, as enzimas citoplasmáticas serão as primeiras a serem liberadas no plasma, enquanto as mitocondriais somente nos casos da morte celular (LUMEIJ, 1997). Os valores elevados de uma enzima normalmente dão ideia da extensão de lesão no órgão de onde provem e não da diminuição na função deste órgão (CAPITELLI; CROSTA, 2013).

Existem vários métodos para avaliar a atividade enzimática e os seus resultados são expressos em unidades internacionais (UI/L), onde a unidade é a quantidade de enzima que cataliza, sob condições ótimas, a transformação de um micromol de substrato por minuto (EVANS, 1996).

Dentro de cada espécie aviária, também ocorrem variações da atividade enzimática em decorrência de alterações fisiológicas que são normais de acordo com a idade (SILVA et al., 2007).

3.1 Alanina aminotransferase (ALT)

Nas aves, assim como em cavalos e ruminantes, a enzima ALT se encontra principalmente no citosol dos hepatócitos e das células musculares, diferentemente dos cães e gatos, onde predomina no tecido hepático (JAENSCH, 2000; HARR, 2002).

Em geral, elevações da atividade da ALT estão relacionadas à lesão hepática ou muscular (HARR et al., 2002; GRUNKEMEYER, 2010). Assim, na lesão muscular induzida por doxiciclina em pombos, os valores da enzima se mantiveram acima da normalidade por um período de duas horas (HARR, 2002). A concentração sérica da ALT nas aves pode estar elevada em decorrência de dano em múltiplos tecidos, dificultando a sua interpretação (JAENSCH, 2000; GRUNKEMEYER, 2010). Em muitos casos, aves com lesão hepática severa apresentam valores normais de ALT, refletindo o fato de que a atividade desta enzima no tecido hepático de algumas espécies é muito baixa.

A atividade da ALT na maioria das espécies de aves é baixa, com valores séricos variando de 19 a 50 UI/L (LUMEIJ, 1997; CAMPBELL, 2004).

3.2 Aspartato aminotransferase (AST)

A AST está presente em vários tecidos, como no coração, no cérebro e nos rins (HOCHLEITHNER, 1994), mas a sua distribuição é mais significativa no fígado e no músculo (GRUNKEMEYER, 2010; CAPITELLI; CROSTA, 2013).

De maneira geral, valores de AST acima de 275 UI/L sugerem aumento da sua atividade, que pode estar relacionado a distúrbios hepáticos ou musculares. Os valores de AST acima de 800 UI/L são altamente sugestivos de dano hepático severo, principalmente na presença de biliverdinúria ou biliverdinemia (CAMPBELL, 2004). Assim, a atividade da AST é considerada como um marcador sensível, mas não específico de distúrbio hepatocelular na maioria das aves, e deve ser mensurada juntamente com uma enzima músculo-específica como a creatina quinase (CK), para que seja possível diferenciar dano hepático ou muscular.

Os gansos, galinhas e perus apresentam maior atividade da AST no coração, seguido pelo fígado e músculo esquelético (perus – maior atividade nos rins e cérebro do que no músculo esquelético). Os patos apresentam maior atividade da AST no músculo esquelético, coração, rins, cérebro e fígado (LEWANDOVSKI et al., 1986; FUDGE, 2000).

3.3 Gama glutamiltransferase (GGT)

A GGT é uma enzima de membrana associada a vários tecidos, mas nas aves principalmente aos epitélios biliar e renal (HARR, 2002). Elevação da sua atividade sérica ou plasmática ocorre pelo aumento de produção e liberação pelo tecido hepatobiliar. No entanto, a atividade plasmática da GGT não aumenta necessariamente em aves com distúrbio hepatobiliar. Nas aves ocorre produção significativa da enzima no tecido renal, cerebral e intestinal, entretanto, distúrbios nesses órgãos não alteram os valores plasmáticos desta enzima (MEYER et al., 1995).

Em condições normais, os valores de GGT variam de 0-10 UI/L. Os valores de referência para a enzima podem alterar de acordo com a metodologia empregada (LUMEIJ, 1997).

3.4 Fosfatase alcalina (FAL)

A atividade da fosfatase alcalina está ligada, principalmente, com o metabolismo do cálcio e do fósforo, participando das atividades condrogênicas e osteoblásticas, sendo um ponto chave no crescimento das aves (RAJMAN et al., 2006).

Em seu estudo com aves de postura, Hochleithner (1994), observou variações nas concentrações séricas da FAL, com maiores valores nas aves mais jovens, decorrentes do crescimento ósseo, e também nas fêmeas antes da postura.

As aves ainda apresentam produção da fosfatase alcalina também nos pulmões, músculo esquelético, testículos, rins, músculo cardíaco e pouca produção no fígado. Perus têm maior atividade nos testículos e os patos no duodeno e rins (FUDGE, 2000).

3.5 Creatina quinase (CK)

A CK é uma enzima músculo específica utilizada para avaliar a atividade muscular nas aves (LUMEIJ, 1997; CAMPBELL, 2004). Sua concentração sérica normal nas aves oscila de 100 a 500 UI/L. Valores séricos acima desse intervalo fisiológico podem indicar distúrbios musculares, intoxicação por chumbo, septicemias e miopatias por deficiência de vitamina E e/ou selênio.

Um aumento marcante da atividade da CK também está relacionado com a miopatia de contenção, observada principalmente nas poedeiras comerciais (CAMPBELL, 2004). Injeções intramusculares com substâncias irritantes podem aumentar as concentrações séricas desta enzima (LUMEIJ, 1997; FUDGE, 2000), papel também desempenhado pelas

micotoxinas neurotóxicas, devido ao aumento dos tremores musculares e convulsões e consequentemente aumento nas concentrações séricas da enzima (PUSCHNER, 2002).

4 MINERAIS

4.1 Cálcio

O cálcio é um mineral de importância diagnóstica em todas as espécies animais. Este íon atua na manutenção da atividade elétrica, sendo também um componente estrutural importante nos ossos. Cerca de metade do cálcio plasmático é encontrada na forma livre, como porção ativa de cálcio (cálcio iônico), enquanto a outra metade encontra-se inativa, ligada à albumina (KERR, 2003), que é a forma geralmente mensurada.

Nas aves os valores de cálcio variam entre 8 a 12 mg/dL, mas aves em postura apresentam valores de 20 a 40 mg/dL, possivelmente pelo aumento da demanda de cálcio para a formação da casca do ovo (ROSS et al., 1978). O cálcio para a formação da casca do ovo é derivado da absorção intestinal e da mobilização óssea, com os valores de cálcio ionizado, nestes casos, permanecendo inalterado (CAMPBELL, 2004). O aumento das concentrações de cálcio iônico ocorre em respostas vacinais, pois o reconhecimento do antígeno feito pelas células T receptoras é mediado pela ativação da calcineurina. Este efeito foi observado em frangos de corte vacinados contra a coccidiose (ABBAS et al., 2000; SCHMIDT et al., 2006).

Aumento das concentrações séricas de cálcio também é observado em dietas com excesso de vitamina D3 e em condições neoplásicas que provocam lesões ósseas. Valores de cálcio sérico inferiores a 6 mg/dL resultam em tetania, principalmente em aves submetidas a estresse. Os distúrbios renais podem causar diminuição do cálcio sérico pela perda de proteínas, que leva a hipoalbuminemia ou pela diminuição da reabsorção do cálcio (LEWANDOWSKI et al., 1986).

4.2 Fósforo

O fósforo é um dos maiores constituintes dos ossos e tem uma grande importância no armazenamento e liberação de energia assim como no metabolismo ácido básico (HOCHLEITHNER, 1994).

A concentração de fósforo nas aves é regulada principalmente pela excreção renal e, em condições normais, seu valor sérico varia de 5 a 7 mg/dL (THRALL et al., 2004). Os animais jovens têm valores de fósforo superiores aos adultos (CAPITELLI; CROSTA, 2013).

Dietas constituídas exclusivamente de sementes também podem aumentar as concentrações séricas de fósforo. Ao contrário do que ocorre com o cálcio, elevações na fosfatemia não foram observadas em fêmeas em oviposição (HOCHLEITHNER, 1994).

Existe correlação entre os valores séricos de cálcio e fósforo que pode ser expressa com a razão entre os dois. Aumentos desta razão em perdizes em oviposição relacionaram-se com a diminuição de 70% na probabilidade de sobrevivência dos filhotes. Assim, estes componentes são interdependentes sendo que a falta ou excesso de um deles pode prejudicar a absorção ou utilização do outro (DUNBAR et al., 2005).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização da patologia clínica nas aves encontra-se em evolução, constituindo-se em um método importante para diagnóstico na clínica de aves silvestres e de companhia.

Em virtude disto, tem-se observado ultimamente aumento na demanda na utilização da bioquímica sérica na produção industrial de aves, notadamente na criação de frangos de corte e poedeiras comerciais, com o objetivo de elucidar as variações fisiológicas de acordo com a idade e as alterações metabólicas decorrentes dos avanços na genética, nutrição e manejo.

Há ainda poucos estudos relacionados com a bioquímica do sangue em reprodutoras de frango de corte, necessitando de pesquisas que possam auxiliar numa melhor compreensão da fisiologia, nutrição e patologia destas aves.

6 REFERÊNCIAS

ABBAS, A.K.; LICHTMAN, A.H.; POBER, J.S. **Cellular and Molecular Immunology**, 4th edition, Philadelphia: W.B. Saunders, 2000. 533p.

ALONSO-ALVAREZ, C. Age-dependent changes in plasma biochemistry of yellow-legged gulls (*Larus cachinnans*). **Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology**, Oxford, v. 140, n.4, p. 512–518, 2005.

<https://doi.org/10.1016/j.cbpb.2005.03.001>

AMAND, W.B. Avian Clinical Hematology and Blood Chemistry. In: FOWLER, M.E. **Zoo and Wild Animal Medicine**, 2nd edition, Philadelphia: W.B. Saunders, 1986, p. 264-276.

ATTIE A.D. ABCA1: at the nexus of cholesterol, HDL and atherosclerosis. **Trends in Biochemical Sciences**, Amsterdam, v. 32, n. 4, p. 172-179, 2007. <https://doi.org/10.1016/j.tibs.2007.02.001>

CAMPBELL, T.W. Clinical chemistry of birds. In: THRALL, M.A.; BAKER, D.C.; CAMPBELL, T.W.; DENICOLA, D.; FETTMAN, M.J.; LASSEN, E.D.; REBAR, A.; WEISER, G. **Veterinary Hematology and Clinical Chemistry**. Philadelphia: Lippincott, Williams & Wilkins, 2004. p. 479-492.

CAPITELLI, R.; CROSTA, L. Overview of psittacine blood analysis and comparative retrospective study of clinical diagnosis, hematology and blood chemistry in selected psittacine species. **Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice**, Texas, v. 16, n. 1, p. 71–120, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.cvex.2012.10.002>

DUNBAR, M.R.; GREGG, M.A.; CRAWFORD, J.A.; GIORDANO, M.R.; TORNQUIST, S. J. Normal hematologic and biochemical values for prelaying greater sage grouse (*Centrocercus urophasianus*) and their influence on chick survival. **Journal of Zoo and Wildlife Medicine**, Lawrence, v. 36, n. 3, p. 422–429, 2005. <https://doi.org/10.1638/04-065.1>

EVANS, G.O. **Animal Clinical Chemistry**. London: Taylor & Francis, 1996. 222p.

FUDGE, A.M; JOSEPH, V. Avian Complete Blood Count. In: FUDGE, A.M. **Laboratory Medicine – Avian and Exotic Pets**, Philadelphia: W.B. Saunders, 2000. p. 19-27.

GONZÁLEZ, F.H.D.; SCHEFFER, J.F.S. Perfil sanguíneo: ferramenta de análise clínica, metabólica e nutricional. In: GONZÁLEZ, F.H.D., CAMPOS, R. Eds. **Anais do I Simpósio de Patologia Clínica Veterinária da Região Sul do Brasil**. Porto Alegre: Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2003. p. 73-89.

GRUNKEMEYER, V.L. Advanced diagnostic approaches and current management of avian hepatic disorders. **Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice**, Texas, v. 13, n. 3, p. 413–427, 2010. <https://doi.org/10.1016/j.cvex.2010.05.005>

HARR, K.E. Clinical chemistry of companion avian species: a review. **Veterinary Clinical Pathology**, Santa Barbara, v. 31, n. 3, p. 140–151, 2002. <https://doi.org/10.1111/j.1939-165X.2002.tb00295.x>

HERMIER, D. Lipoprotein metabolism and fattening in poultry. **Journal Nutrition**. Rockville, v. 127, Sup. 5, p. 805S-808S, 1997.

HOCKING, P.M.; WADDINGTON, D.; WALKER, M.A.; GILBERT, A.B. Control of the development of the ovarian follicular hierarchy in broiler breeder pullets by food restriction during rearing. **British Poultry Science**, Midlothian, v. 30, n.1, p.161–173, 1989.

HOCHLEITHNER, M. Biochemistries. In: RITCHIE, B.W.; HARRISON, G. J.; HARRISON L.R. **Avian medicine: principles and application**. Lake Worth: Wingers Publishing, 1994. p. 176-198.

JAENSCH, S. Diagnosis of avian hepatic disease. **Seminars in Avian and Exotic Pet Medicine**, Philadelphia, v. 9, n. 3, p. 126-135, 2000. <https://doi.org/10.1053/ax.2000.7140>

JONES, M.P. Avian clinical pathology. **Veterinary Clinics Exotic Animal Practice**, Amsterdam, v.2, n. 3, p.663-687, 1999. [https://doi.org/10.1016/S1094-9194\(17\)30115-9](https://doi.org/10.1016/S1094-9194(17)30115-9)

KANEKO, J. J; HARVEY, J. W.; BRUSS, M. L. **Clinical Biochemistry of Domestic Animals**, 6th ed., San Diego: Academic Press, 2008. 928 p.

KERR, M.G. **Exames Laboratoriais em Medicina Veterinária – Bioquímica Clínica e Hematologia**, 2a ed., São Paulo: Roca, 2003. 436p.

KATANBAF, M. N.; DUNNINGTO N.E.; SIEGEL, P.B. Restricted feeding in early and late-feathering chickens. 2. Reproductive responses. **Poultry Science**, Champaign, v. 68, n. 3, p. 352–358, 1989. <https://doi.org/10.3382/ps.0680352>

LEHNINGER, A. L; NELSON, D.L.; COX, LEHNINGER, M.M. **Princípios de bioquímica**, 4^a. ed., São Paulo: Sarvier, 2006. 975p.

LEWANDOWSKI, A.H.; CAMPBELL, T.W.; HARRISON, G.J. Clinical Chemistries. In: HARRISON, G.J.; HARRISON, L.R. **Clinical Avian Medicine**, Philadelphia: W. B. Saunders, 1986, p. 192-200.

LUMEIJ, J.T. Avian clinical biochemistry. In: KANEKO, J.J.; HARVEY, J.W.; BRUSS, M.L. (Eds.), **Clinical Biochemistry of Domestic Animals**, 5th ed., Boston MA: Academic Press, 1997. p. 864-873. <https://doi.org/10.1016/B978-012396305-5/50031-2>

MELILLO, A. Applications of serum protein electrophoresis in exotic pet medicine. **Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice**, Texas, v. 16, n. 1, p. 211–225, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.cvex.2012.11.002>

MEYER, D.L.; COLES, E.H.; RICH, L.J. **Medicina de Laboratório Veterinária: Interpretação e Diagnóstico**. São Paulo: Roca, 1995. 308p.

PUSCHNER, B. Mycotoxins. **Veterinary Clinics of North America – Small Animal Practice**, Saint Louis, v. 32, n. 2, p. 409-419, 2002.

RAJMAN, M.; JURÁNI, M.; LAMOSOVA, D.; MACAJOVA, M.; SEDLACKOVA, M.; KOSTAL, L.; JEZOVA, D.; VYBOH, P. The effects of feed restriction on plasma biochemistry in growing meat type chickens (*Gallus gallus*). **Comparative Biochemistry and Physiology, Part A, Molecular Integrative Physiology**, New York, v.145, n.3, p. 363-371, 2006. <https://doi.org/10.1016/j.cbpa.2006.07.004>

ROSS, J.G.; CHRISTIE, W.G.; HALLIDAY, W.G.; MORLEY JONES, R. Haematological and blood chemistry “comparison values” for clinical pathology in poultry. **Veterinary Record**, London, v. 102, n. 2, p. 29-31, 1978. <https://doi.org/10.1136/vr.102.2.29>

SARUP, P.; PEDERSON, S.M.M.; NIELSON, N.C.; MALMENDAL, A.; LOESCHCKE, V. The metabolic profile of long-lived *Drosophila melanogaster*. **Plos one**, San Francisco, v. 7, n. 10, p. 1-11, 2012.

SCHMIDT, E.M.S.; PAULILLO, A.C.; ALFARO, D.M.; OLIVEIRA, E.G.; MANGRICH-ROCHA, R.M.V.; SANTIN, E. Parâmetros laboratoriais de frangos de corte vacinados contra a coccidiose. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v.6, suplemento 8, p. 207, 2006.

SILVA, P.R.L.; FREITAS NETO, O.C.; LAURENTIZ A.C.; JUNQUEIRA O.M.; FAGLIAREI J.J. Blood serum components and serum protein test of hybro-PG broilers of different ages. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v.9, n.4, p. 229-232, 2007.
<https://doi.org/10.1590/S1516-635X2007000400004>

THRALL M.A.; BAKER, D.C.; CAMPBELL, T.W.; DeNICOLA, D.; FETTMAN, M.J.; LASSSEN, E.D.; REBAR, A., WEISER, G. **Veterinary Hematology and Clinical Chemistry**, Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins, 2004. 618p.

YU, M. W.; ROBINSON, F. E.; CHARLES,R. G.; WINGARDT, R. Effect of feed allowance during rearing and breeding on female broiler breeders. 2. Ovarian morphology and production. **Poultry Science**, Champaign, v. 71, n. 10, p. 1750–1761, 1992
<https://doi.org/10.3382/ps.0711750>

CAPÍTULO II – ARTIGO CIENTÍFICO

(Redigido nas normas do Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia)

Variações fisiológicas, influência da idade e sexo no perfil bioquímico sanguíneo de aves da linhagem pesada de frango de corte na fase de recria

[Physiological variations and influence of age and gender on poultry of heavy lineage of chicken's biochemical profile during the rearing stage]

M.S. Rezende^{1*}, P.L. da Silva¹, E.C. Guimarães¹, C.G. Lellis², P.C. Costa¹, A.V. Mundim¹

¹Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG

²Sociedade Paranaense de Ensino e Informática, Curitiba, PR

RESUMO

Este estudo teve o objetivo de comparar o perfil bioquímico sérico de machos e fêmeas da linhagem pesada de frango de corte nas idades de quatro, doze e vinte semanas em uma unidade de produção industrial no município de Uberlândia-MG. Após a pesagem das aves, foram coletadas amostras de sangue de 15 aves de cada sexo de cada faixa etária. Os soros obtidos foram avaliados em analisador automático para os seguintes parâmetros bioquímicos: proteína total, albumina, globulinas, ácido úrico, colesterol, triglicérides, gama glutamiltransferase, aspartato aminotransferase, alanina aminotransferase, creatina quinase, fosfatase alcalina, cálcio e fósforo. Imediatamente após a coleta de cada amostra, avaliou-se a glicemia no sangue total utilizando um glicosímetro. As alterações fisiológicas e metabólicas que as aves apresentaram na fase de recria refletiram na variação dos níveis bioquímicos séricos na maioria dos constituintes avaliados, exibindo diferenças significativas ($p < 0,05$), comparando sexo e idade.

Palavras-chave: bioquímica clínica, matrizes pesadas, fisiologia aviária, soro.

¹ Recebido em...

Aceito em...

Autor para correspondência:

E-mail: marcelorezende.vet@hotmail.com

ABSTRACT

This study aimed to compare the levels of glucose in the blood and serum's metabolites enzymes and minerals of poultry of heavy lineage of chicken at the age of four, twelve and twenty weeks in an industrial production unit in the city of Uberlândia-MG. After weighing the birds blood, samples were collected from 15 birds of each gender in the three ages. The serum obtained was evaluated in an automatic biochemical analyzer for the following parameters: total protein, albumin, globulin, uric acid, cholesterol, triglycerides, alkaline phosphatase, gamma-glutamyl transferase, aspartate aminotransferase, alanine aminotransferase, creatine kinase, calcium and phosphorus. Immediately after the collection of each sample, we evaluated glucose levels by means of a glycosimeter. The physiological and metabolic changes that birds present in the rearing age reflected in the variation of serum biochemical levels in most constituents evaluated, showing significant differences ($p < 0.05$) comparing age and gender.

Keywords: clinical biochemistry, broiler breeders, avian physiology, serum.

INTRODUÇÃO

Os valores de referência do perfil bioquímico sérico no sistema industrial de produção avícola são escassos na literatura mundial, prescindindo de uma padronização de acordo com a aptidão da ave, raça comercial, sexo, estado nutricional, entre outros fatores (Borsa *et al.*, 2006).

Sinais clínicos de doenças em aves são inespecíficos e análises bioquímicas têm sido reportadas como valiosa fonte de informação para avaliar o estado de saúde destes animais. Além da importância econômica das aves, a necessidade de manter o bem-estar animal leva à necessidade do conhecimento das variações fisiológicas nos valores dos constituintes bioquímicos sanguíneos bioquímicos, visando melhorar a avaliação do estado fisiológico dessas aves (Král e Suchý, 2000).

A escassez de informações sobre o perfil bioquímico sérico de aves reprodutoras clinicamente saudáveis oferece uma lacuna para o conhecimento e utilização desta importante ferramenta de diagnóstico, largamente utilizada na clínica de pequenos animais e na medicina humana.

Os machos e fêmeas matrizes de frango de corte são oriundos de linhas genéticas diferentes e são criados com uma conformação corporal, controle de peso e níveis nutricionais

distintos. Nesse sentido, faz-se um questionamento se estas diferenças poderiam refletir nos valores dos componentes bioquímicos do sangue, de acordo com o sexo e a idade das aves.

Objetivou-se, com este estudo, conhecer as variações fisiológicas de alguns constituintes bioquímicos sanguíneos em aves da linhagem pesada de frango de corte na fase de recria, comparando os valores entre as três faixas etárias e os sexos dentro da mesma faixa etária.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em uma unidade de produção de matrizes de frango de corte, localizada no município de Uberlândia, estado de Minas Gerais, no período de abril a julho de 2016.

Foram alojados 14000 fêmeas e 1820 machos da linhagem Cobb com um dia de idade, em um galpão de produção com 2800 m² de área, provido de ventilação negativa, sistema de nebulização para controle de temperatura e com os procedimentos de manejo preconizados pela linhagem genética.

Foram fornecidos três tipos de ração (peletizada e triturada), sendo a inicial e a de crescimento para fêmeas e machos e a pré-postura somente para as fêmeas (Tab. 1). As fêmeas e os machos receberam o mesmo programa de vacinação, isto é, as mesmas vacinas na mesma idade.

Para o controle do peso corporal, as aves foram submetidas a três sistemas de restrição alimentar: dia sim/dia não, em que as aves alimentam em dias alternados; 5x2, com alimentação controlada em cinco dias durante a semana e sistema 6x1, em que as aves alimentam seis dias na semana.

Nas idades de quatro, doze e vinte semanas, as aves foram pesadas em balança digital com precisão de 1g, e em seguida coletadas amostras de sangue de 15 aves de cada sexo, por punção da veia ulnar, utilizando-se agulhas e seringas estéreis descartáveis. A alíquota de 3 mL de sangue foi transferida para tubos estéreis, sem anticoagulante. Em seguida foram encaminhadas em caixas isotérmicas ao Laboratório Clínico do Hospital Veterinário da Universidade Federal de Uberlândia, onde as amostras foram imediatamente centrifugadas a 720x g durante 10 minutos. Os soros obtidos foram transferidos para microtubos e armazenados à temperatura de refrigeração (2° a 8° C) por 24 horas, até a realização das análises bioquímicas séricas.

95 Imediatamente após a coleta de cada amostra de sangue foi realizada a análise da
 96 glicemia no sangue total utilizando o glicosímetro One Touch® Ultra™, ocorrendo em torno
 97 de 6 horas após o término do consumo da ração.

98 Tabela 1. Exigências nutricionais das aves de linhagem pesada de frango de corte e níveis de
 99 suplementação de vitaminas e minerais na fase de recria

NUTRIENTE	TIPO DE RAÇÃO / IDADE					
	INICIAL		CRESCIMENTO		PRÉ-POSTURA	
	(0 a 4 semanas)		(5 a 17 semanas)		(18 a 24 semanas)	
Energia metabolizável (Kcal/Kg) ¹	3000		2750		2850	
Proteína bruta (%) ¹	20,50		15,00		15,50	
Cálcio (%) ²	1,00		1,00		1,45	
Fósforo (%) ²	0,45		0,40		0,43	
Sódio (%) ²	0,18-0,20		0,18-0,20		0,15-0,20	
Potássio (%) ²	0,60		0,60		0,63	
Cloro (%) ²	0,18-0,24		0,18-0,24		0,15-0,24	
Ácido linoléico (%) ²	1,22		1,11		1,16	
Aminoácido ²	Dig.	Total	Dig.	Total	Dig.	Total
Lisina (%) ²	0,90	1,00	0,49	0,59	0,61	0,72
Metionina (%) ²	0,40	0,44	0,22	0,27	0,27	0,32
Metionina + cistina (%) ²	0,68	0,75	0,42	0,51	0,52	0,61
Triptofano (%) ²	0,20	0,22	0,12	0,15	0,15	0,18
Treonina (%) ²	0,63	0,70	0,41	0,49	0,51	0,60
Arginina (%) ²	0,95	1,05	0,49	0,59	0,61	0,72
Valina (%) ²	0,60	0,67	0,37	0,45	0,46	0,54
Isoleucina (%) ²	0,63	0,70	0,41	0,49	0,51	0,60
Leucina (%) ²	1,06	1,19	0,64	0,77	0,79	0,93
Histidina (%) ²	0,29	0,32	0,16	0,20	0,20	0,24
Fenilalanina (%) ²	0,58	0,65	0,32	0,39	0,39	0,47
Fenilalanina +tirosina (%) ²	1,03	1,15	0,59	0,71	0,73	0,86
Vitamina A (UI/Kg) ²	10000		10000		12000	
Vitamina D3 (UI/Kg) ²	3000		3000		3000	
Vitamina E (UI/Kg) ²	75-80		45-50		50-100	
Vitamina K (mg/Kg) ²	3,00		3,00		6,00	
Vitamina C (mg/Kg) ²	25,00		25,00		50,00	
Ácido fólico (mg/Kg) ²	1,50		1,00		4,00	
Biotina (mg/Kg) ²	250,00		250,00		300,00	
Colina (mg/Kg) ²	300-350		200-300		250-450	
Manganês (mg/Kg) ²	100,00		100,00		120,00	
Zinco (mg/Kg) ²	100,00		120,00		110,00	
Ferro (mg/Kg) ²	20-50		20-50		40-55	
Cobre (mg/Kg) ²	10-15		10-15		10-15	
Selênio (mg/Kg) ²	0,30		0,30		0,30	
Iodo (mg/Kg) ²	1,50		0,50		2,00	

¹ Níveis calculados de acordo com a formulação da empresa

² Níveis calculados de acordo com a recomendação da linhagem genética (Cobb, 2014a)

Foram determinadas em cada amostra de soro as concentrações de proteínas totais (método do Biureto), albumina (método verde de bromocresol), globulinas (calculadas pela diferença entre o valor das proteínas totais e albumina), ácido úrico (método enzimático Trinder), colesterol total e triglicérides (método enzimático Trinder), alanina aminotransferase (ALT) e aspartato aminotransferase (AST) pelo método cinético UV-IFCC, gama glutamiltransferase (GGT) pelo método Szasz modificado, creatina quinase (CK) pelo método cinético UV, fosfatase alcalina (FAL) pelo método Bowers e Mccomb modificado, cálcio (método cresolfaleína complexona) e fósforo (método Daly e Ertingshausen modificado).

As análises bioquímicas foram processadas em analisador automático Labmax Plenno®, utilizando-se kit da Labtest Diagnóstica®. O aparelho foi previamente calibrado com Calibra 1 e aferido com soro controle universal Qualitrol 1 H, ambos produzidos pela Labtest Diagnóstica®.

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente ao acaso em esquema fatorial composto de três idades, dois sexos com 15 repetições totalizando 90 amostras (n).

O teste de normalidade aplicado foi o teste de Kolmogorov-Sminov com significância de 5%. A distribuição dos dados apresentou normalidade. Em seguida foi aplicado o teste Tukey quando comparados por sexo e ANOVA para as idades, verificando se os grupos eram estatisticamente iguais, com significância de 5%. Para a análise dos dados foi utilizado o software GraphPad Prism 5.1.

Todos os procedimentos realizados neste estudo estão de acordo com Protocolo Registro CEUA/ UFU 004/16, aprovado pelo Comitê de Ética na Utilização de Animais da Universidade Federal de Uberlândia.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O peso corporal das aves, quando comparados os sexos na mesma idade e entre as idades do mesmo sexo, apresentou diferença estatística ($p < 0,05$) (Tab. 2). Os resultados obtidos situam-se muito próximos aos pesos indicados pelo guia de manejo da linhagem (Cobb, 2014b), possibilitando afirmar que as aves estavam na condição corporal idealmente indicada.

134 Tabela 2. Valores médios e desvio padrão do peso, das concentrações sanguíneas de proteínas, metabólitos e
 135 nutrientes em machos e fêmeas de linhagem pesada de frango de corte na fase de recria

PARÂMETROS	SEXO	I D A D E (semanas)		
		4	12	20
Peso (g)	F	538,33 ^B ± 14,10	1341,33 ^B ± 40,42	2252,00 ^B ± 56,44
	M	686,80 ^A ± 23,16	1781,53 ^A ± 46,09	2932,67 ^A ± 80,13
	F e M	612,57 ^c ± 77,82	1561,43 ^b ± 227,88	2592,33 ^a ± 352,79
Proteínas totais (g/dL)	F	2,80 ^A ± 0,43	3,61 ^A ± 0,20	4,24 ^A ± 0,48
	M	2,46 ^B ± 0,42	3,61 ^A ± 0,31	3,94 ^A ± 0,41
	F e M	2,62 ^c ± 0,45	3,61 ^b ± 0,25	4,09 ^a ± 0,46
Albumina (g/dL)	F	1,37 ^A ± 0,19	1,22 ^A ± 0,11	1,36 ^A ± 0,11
	M	1,06 ^B ± 0,19	1,11 ^B ± 0,10	1,36 ^A ± 0,18
	F e M	1,21 ^b ± 0,24	1,17 ^b ± 0,12	1,36 ^a ± 0,14
Globulinas (g/dL)	F	1,43 ^A ± 0,26	2,38 ^A ± 0,21	2,88 ^A ± 0,40
	M	1,40 ^A ± 0,28	2,50 ^A ± 0,26	2,58 ^A ± 0,41
	F e M	1,41 ^c ± 0,26	2,44 ^b ± 0,24	2,73 ^a ± 0,43
Relação A/G	F	0,97 ^A ± 0,11	0,52 ^A ± 0,08	0,48 ^A ± 0,04
	M	0,77 ^B ± 0,13	0,45 ^B ± 0,05	0,54 ^A ± 0,11
	F e M	0,87 ^a ± 0,15	0,48 ^b ± 0,08	0,51 ^b ± 0,09
Ácido úrico (mg/dL)	F	3,71 ^B ± 1,50	4,77 ^A ± 0,67	7,34 ^A ± 2,04
	M	5,03 ^A ± 1,40	3,35 ^B ± 0,90	6,19 ^A ± 1,11
	F e M	4,37 ^b ± 1,57	4,06 ^b ± 1,06	6,76 ^a ± 1,72
Triglicérides (mg/dL)	F	50,87 ^B ± 18,33	124,13 ^A ± 21,21	85,93 ^B ± 22,71
	M	110,87 ^A ± 19,11	110,40 ^A ± 21,89	117,93 ^A ± 27,60
	F e M	80,87 ^b ± 35,63	117,27 ^a ± 22,30	101,93 ^a ± 29,69
Colesterol (mg/dL)	F	132,71 ^A ± 20,30	149,47 ^A ± 15,20	134,07 ^A ± 14,16
	M	108,00 ^B ± 16,75	128,60 ^B ± 19,00	141,20 ^A ± 11,45
	F e M	119,93 ^b ± 21,92	139,03 ^a ± 19,96	137,63 ^a ± 13,16
Glicose (mg/dL)	F	264,73 ^B ± 37,88	288,07 ^A ± 53,79	239,00 ^A ± 23,70
	M	305,47 ^A ± 32,95	280,93 ^A ± 29,98	238,47 ^A ± 22,43
	F e M	285,10 ^a ± 0,57	284,50 ^a ± 42,94	238,73 ^b ± 22,67

Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na mesma linha ou de maiúsculas na mesma coluna para o mesmo parâmetro avaliado diferem pelo teste de Tukey (p<0.05).

F= Fêmeas M = Machos

136

137 As fêmeas apresentaram valores de proteína total maior que os machos às quatro
 138 semanas de idade, sendo que ambos aumentaram a concentração sérica no final da recria
 139 (Tab. 2). Embora as aves consumam uma ração com teor protéico mais elevado na fase inicial

(20,5%), ocorre neste período uma alta demanda de nutrientes, principalmente de proteínas, a fim de garantir o desenvolvimento de vários tecidos e órgãos (Reece, 2007; Silva *et al.*, 2007). No caso dos machos a demanda é maior, justificando os níveis mais baixos do que as fêmeas. Na fase final da recria, as fêmeas receberam ração com teor de proteína superior (15,5%) para suprir suas necessidades, preparando-se para o início da produção. Em estudos anteriores com frangos de corte Silva *et al.* (2007) e Kudair e Al-Hussary (2010) encontraram valores entre 3,23 – 3,27 g/dL para proteínas totais, devido ao consumo *ad libitum* destas aves.

As fêmeas apresentaram valores de albumina superiores aos dos machos na idade de quatro semanas, utilizando a mesma dieta. Sabe-se que neste período a taxa de crescimento dos machos é superior à das fêmeas, demandando fonte proteica. Os valores apresentados na fase final da recria foram significativamente maiores (Tab. 2). Silva *et al.* (2007), avaliando frangos de corte, encontraram valor de 1,72 g/dL e Piotrowska *et al.* (2011) de 1,71 g/dL aos 42 dias de idade, valores estes superiores aos obtidos neste estudo, também como reflexo do consumo *ad libitum* destas aves.

Para as globulinas, os valores encontrados para as aves às quatro semanas de idade foram menores que nas demais faixas etárias (Tab. 2), quando são utilizadas vacinas vivas, em que os níveis de produção são mais locais do que sistêmicos. Ambos exibiram, clinicamente, o mesmo padrão de saúde nas idades estudadas. As concentrações séricas de globulinas para fêmeas e machos foram maiores às vinte semanas de idade, resultantes do efeito acumulado das vacinas, incluindo as inativadas, que tendem a elevar as concentrações de anticorpos do sangue. Aumento das globulinas séricas em frangos de corte submetidos à vacinação (Bronquite Infecciosa, Doença de Newcastle e Doença de Gumboro) foi relatado por Kudair e Al-Hussary (2010), com variações semanais de 1,00-1,19 g/dL para animais não vacinados e 1,63-1,92 g/dL para os vacinados.

Na relação A/G os valores encontrados para as fêmeas foram superiores aos dos machos às quatro e às doze semanas de idade, devido a maior concentração sérica de albumina apresentada por este grupo de aves. Kudair e Al-Hussary (2010) encontraram valores variando de 0,55 a 0,85 em frangos de corte.

As concentrações de ácido úrico foram significativamente maiores ($p < 0,05$) nos machos em relação às fêmeas às quatro semanas de idade e nas fêmeas às doze semanas. Com relação às faixas etárias os valores do ácido úrico foram superiores para o grupo machos e fêmeas com 20 semanas de idade, final da recria (Tab. 2). Os valores maiores encontrados nos machos em relação às fêmeas no início da recria refletiram o metabolismo protéico mais

173 intenso dos machos nesta idade, para atender a maior taxa de crescimento corporal na fase
174 inicial. Da mesma forma, o incremento dos níveis no final da recria correspondem ao aumento
175 do metabolismo preparatório para o início da produção. Concentrações sanguíneas de ácido
176 úrico superiores a 15mg/dL sugerem alterações da função renal, que podem ser causadas por
177 diversos fatores, como nefrotoxinas, obstrução urinária, nefrite e nefropatias associadas à
178 hipovitaminose A (Campbell, 2004). Ross *et al.* (1978) obtiveram média de 7,70 mg/dL em
179 frangos de corte, e em poedeiras comerciais uma variação de 0,27- 4,93 mg/dL, com
180 tendência de aumento de acordo com a idade. Rajmann *et al.* (2006) encontraram valores de
181 5,40 – 8,20 mg/dL em fêmeas matrizes de frango de corte, entre 2 e 14 semanas de idade.

182 Os triglicerídeos são reesterificados após a absorção na mucosa intestinal a partir dos
183 componentes da digestão e absorção de ácidos graxos. Suas concentrações podem variar de
184 acordo com o sexo, dieta alimentar e fatores hormonais (Hochleithner, 1994). Os valores de
185 triglicerídeos nas aves deste estudo foram maiores nos machos em relação às fêmeas nas fases
186 inicial, e final da recria (Tab. 2). A deposição de gordura abdominal é devido ao acúmulo de
187 triglicérides em tecidos adiposos, que no caso das fêmeas, é maior do que nos machos,
188 resultando concentrações séricas maiores nestes últimos (Hermier *et al.*, 1989). Os valores
189 médios dos triglicerídeos tanto para machos como para fêmeas neste estudo nas três faixas
190 etárias avaliadas, foram na sua maioria inferiores aos intervalos de 128,9 a 140,2 e 136 a 166
191 mg/dL relatados para frangos de corte por Evans *et al.* (1977) e Silva *et al.* (2007),
192 respectivamente.

193 Para o colesterol os valores encontrados para as fêmeas foram superiores aos dos
194 machos nas idades de quatro e doze semanas (Tab. 2). Segundo Peebles *et al.* (2004) as
195 concentrações séricas das lipoproteínas de baixa densidade (LDL) e das lipoproteínas de
196 muito baixa densidade (VLDL), associadas ao transporte do colesterol, ocorrem em
197 proporções muito menores nos machos do que nas fêmeas, comparado com as de
198 lipoproteínas de alta densidade (HDL), responsável pela diminuição do colesterol sérico. A
199 concentração sérica de colesterol pode ser influenciada também pela idade, tipo de
200 alimentação e atividade reprodutiva (Harr, 2002; Alonso-Alvarez, 2005). Os valores médios
201 encontrados para o colesterol sérico para machos e fêmeas do presente estudo nas três faixas
202 etárias estudadas ficaram próximos de 71,80 a 130,0 mg/dL relatados por Ross *et al.* (1978)
203 para frango de corte.

204 Nas aves, a manutenção da glicemia apresenta semelhança com os mamíferos, sendo
205 influenciada pela insulina e pelo glucagon. Alguns autores consideram como normal a

variação entre 200-500 mg/dL (Lumeij, 2008). Os níveis séricos apresentados neste trabalho mostram valores superiores nas fases inicial e intermediária da recria, com redução na 20ª semana de idade, no final da recria (Tab. 2). Com relação ao sexo, os valores encontrados para os machos com quatro semanas de idade foram significativamente superiores ao das fêmeas. Rajman *et al.* (2006) encontraram valores de glicose em fêmeas matrizes de frango de corte variando entre 243 mg/dL aos 30 dias de idade e 216 mg/dL com 14 semanas de idade, apresentando a mesma tendência de diminuição com a idade.

O cálcio é o mineral que tem a maior concentração no organismo da ave, sendo parte importante na formação dos ovos, da casca do ovo, além de participar de muitas reações bioquímicas importantes (De Matos, 2008). Neste estudo verificou-se que seus valores séricos não apresentaram diferenças significativas comparando machos e fêmeas na mesma idade e quando comparados os valores de machos e fêmeas entre as faixas etárias estudadas (Tab. 3).

O fósforo, assim como o cálcio, é parte importante na formação dos ossos e tem participação na regulação do metabolismo ácido básico e na produção de energia (Hochleithner, 1994). Essa última função, através da presença de grandes quantidades de compostos fosfatados nas hemácias, confere às aves uma redução na afinidade com o oxigênio, oferecendo vantagem para a regulação do transporte do oxigênio (Bartlett, 1982). Durante a hipofosfatemia os níveis séricos de fósforo são inferiores a 5 mg/dL, sendo maiores nos animais jovens que nos adultos (Capitelli e Crosta, 2013). Comparando os valores entre os sexos, os machos apresentaram níveis séricos significativamente maiores em relação às fêmeas na 4ª e 20ª semana, sendo que entre as idades, as médias de fêmeas e machos foram menores na 20ª semana (Tab. 3).

Há uma interdependência entre os valores de cálcio e fósforo, sendo que a deficiência ou o excesso de um deles pode prejudicar a absorção ou a utilização do outro (Dunbar *et al.*, 2005). Houve um aumento da relação Ca/P no final da recria.

As concentrações séricas de ALT em galinhas são baixas. Esta enzima está presente em alta concentração no rim, coração, musculatura esquelética, fígado e pulmão, sendo, portanto, controversa a interpretação de seu valor em doenças hepáticas nas aves (Lumeij e Westerhof, 1987; Benez, 2004). Os resultados apresentados neste estudo mostram concentrações semelhantes para fêmeas e machos, comparados na mesma idade, no entanto, comparando as faixas etárias, as concentrações foram significativamente inferiores ($p < 0,05$) nas aves com quatro semanas de idade (Tab. 3), podendo ser atribuída à menor massa muscular das aves nesta faixa etária. Concentrações inferiores às descritas por alguns autores,

239 que atribuem à maioria das espécies uma variação de 19 a 50 UI/L (Campbel, 2004; Lumeij,
240 2008).

241 Tabela 3. Valores médios e desvio padrão das concentrações séricas dos minerais e enzimas em machos e fêmeas
242 de linhagem pesada de frango de corte na fase de recria

PARÂMETROS	SEXO	I D A D E S (semanas)		
		4	12	20
Cálcio (mg/dL)	F	9,08 ^A ± 1,56	9,93 ^A ± 0,53	10,48 ^A ± 0,39
	M	9,83 ^A ± 0,89	11,35 ^A ± 1,89	10,19 ^A ± 0,46
	F e M	9,47 ^a ± 1,27	10,67 ^a ± 1,56	10,34 ^a ± 0,44
Fósforo (mg/dL)	F	7,24 ^B ± 1,26	8,28 ^A ± 1,07	6,87 ^B ± 0,99
	M	9,04 ^A ± 1,04	9,95 ^A ± 2,99	7,63 ^A ± 0,91
	F e M	8,14 ^{ab} ± 1,46	9,12 ^a ± 2,36	7,25 ^b ± 1,01
Relação Ca/P	F	1,22 ^A ± 0,18	1,14 ^A ± 0,34	1,55 ^A ± 0,21
	M	1,09 ^B ± 0,13	1,24 ^A ± 0,41	1,35 ^B ± 0,16
	F e M	1,16 ^b ± 0,24	1,19 ^b ± 0,38	1,45 ^a ± 0,21
ALT (UI/L)	F	6,57 ^A ± 3,30	10,07 ^A ± 3,92	10,87 ^A ± 2,20
	M	7,07 ^A ± 3,10	8,40 ^A ± 3,42	10,07 ^A ± 2,84
	F e M	6,83 ^b ± 3,11	9,23 ^a ± 3,71	10,47 ^a ± 2,53
AST (UI/L)	F	193,60 ^A ± 46,65	173,47 ^A ± 24,12	368,73 ^A ± 36,17
	M	212,66 ^A ± 39,08	170,93 ^A ± 19,28	346,40 ^A ± 22,83
	F e M	203,13 ^b ± 43,38	172,20 ^c ± 21,50	357,57 ^a ± 31,82
CK (UI/L)	F	3719,74 ^A ± 1086,04	3573,05 ^A ± 1868,54	8237,85 ^A ± 1845,15
	M	2396,88 ^B ± 917,10	3519,67 ^A ± 1197,49	4103,83 ^B ± 812,37
	F e M	3035,50 ^b ± 1177,84	3542,25 ^b ± 1483,35	6170,84 ^a ± 2526,34
GGT (UI/L)	F	22,36 ^A ± 3,41	26,47 ^A ± 3,38	21,07 ^A ± 3,03
	M	22,27 ^A ± 4,77	22,33 ^A ± 5,38	23,27 ^A ± 5,31
	F e M	22,31 ^a ± 4,03	24,40 ^a ± 4,89	22,17 ^a ± 4,40
FAL (UI/L)	F	3053,33 ^B ± 1866,56	1211,47 ^B ± 382,24	546,13 ^B ± 114,03
	M	5868,80 ^A ± 2955,07	2830,80 ^A ± 786,70	2105,00 ^A ± 775,95
	F e M	4461,07 ^a ± 2819,16	2021,13 ^b ± 1023,47	1325,57 ^b ± 961,98

Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na mesma linha ou de maiúsculas na mesma coluna para o mesmo parâmetro avaliado diferem pelo teste de Tukey (p<0.05).

F= Fêmeas M = Machos

243

244 A AST tem ampla distribuição nas aves, estando presente em elevada concentração em
245 vários órgãos e tecidos, principalmente no coração, fígado, musculatura esquelética, rim e
246 cérebro. No entanto, há variação de distribuição entre as espécies aviárias, não podendo ser
247 considerada como uma enzima hepato-específica, pois se verifica também grande

sensibilidade muscular (Lumeij, 2008). Nas aves deste estudo observou-se aumento dos valores séricos de AST no final da recria, juntamente com a elevação da CK (Tab. 3). O aumento de atividades séricas de enzimas intracelulares como a AST e a CK servem como marcadores enzimáticos de alterações musculares, tanto lesões como aumento da massa muscular (Macrae *et al.*, 2006).

Estudo conduzido por Kudair e Al-Hussary (2010) comparando os efeitos da vacinação (vacinas vivas contra Bronquite Infecciosa, Doença de Newcastle e Doença de Gumboro), nas concentrações séricas da AST em frangos de corte, mostraram aumento da enzima a partir da quarta semana após o início do programa de vacinação, com valores médios de 21,55 UI/L para o grupo não vacinado e 33,53 UI/L para o vacinado. Esse aumento sugere um efeito deletério da vacina de Newcastle, que pode ter ocasionado uma lesão de algum órgão ou tecido, principalmente no coração ou rins.

Denli *et al.* (2009) mostraram o efeito hepatotóxico da Aflatoxina B1 em frangos de corte administrando 1 mg/kg da toxina na ração, resultando no aumento dos valores da enzima AST de 234,70 U/L para 313,77 UI/L.

A CK é uma enzima músculo específica, sendo avaliada juntamente com a AST, para diferenciar entre dano hepático ou muscular (Harr, 2002). Os resultados apresentaram valores superiores, principalmente no final da recria (Tab. 3). Este aumento dos valores pode ser atribuído à irritação muscular em resposta ao emprego da vacinas inativadas contra *Salmonella enterica* subspécie *enterica* sorotipo *enteritidis* às quinze semanas de idade, e a vacina inativada tetravalente contra Bronquite Infecciosa, Doença de Gumboro, Doença de Newcastle e Pneumovirus às 19 semanas de idade. Ambas são aplicadas no músculo do peito da ave. Este dano muscular corrobora com Lumeij (2008), que associa elevações da CK sérica à utilização de substâncias irritantes via muscular. As fêmeas apresentam uma menor cobertura muscular do peito onde as vacinas foram aplicadas, justificando os níveis superiores da CK em relação aos dos machos. Existem relatos associando o seu aumento sérico com linhagens de aves com taxas de crescimento muscular rápido e também às lesões musculares decorrentes da resposta fisiológica em período reprodutivo, como consequência do estresse e estratégias de acasalamento (Ramirez *et al.*, 2010; Stout *et al.*, 2010).

A GGT é um biomarcador de danos hepatocelulares e renal, manifestando-se pelo aumento de suas concentrações no plasma e na urina, respectivamente (Hochleithner, 1994; Hoffman e Solter, 2008). Os resultados obtidos com as aves do presente estudo mostraram concentrações séricas da enzima semelhantes nas três faixas etárias avaliadas e semelhança

também para fêmeas e machos durante todo o período da recria (Tab. 3). Embora haja relato de intervalo de normalidade para a GGT entre 1 e 10 UI/L (Lumeij, 2008), os valores encontrados no presente estudo tanto para fêmeas como para machos ficaram próximos de 28,3 e 29,3 UI/L obtidos por Matur *et al.* (2010) em matrizes de frango de corte. Estudo conduzido por Jiang *et al.* (2014), avaliando o efeito de micotoxinas sobre o perfil bioquímico sérico em frangos de corte, observaram aumento de 60,60% e 40,00% nas concentrações séricas da GGT, aos 21 e 42 dias de idade, respectivamente.

A fosfatase alcalina (FAL) tem pequena atividade no fígado das aves e o aumento desta enzima no soro e/ou plasma das aves tem grande relação com da atividade osteoblástica e alterações ósseas, como crescimento, trauma, osteomielite, hiperparatireoidismo secundário nutricional e neoplasia (Harr, 2002). Os valores significativamente maiores encontrados nas aves com quatro semanas de idade em relação às demais neste estudo (Tab. 3) são atribuídos ao aumento das isoenzimas ósseas circulantes, devido ao intenso crescimento das aves nesta faixa etária e ao desenvolvimento do esqueleto nos machos notadamente superior ao das fêmeas em todas as faixas etárias estudadas. A média dos valores encontrados para a enzima neste estudo foram superiores aos valores obtidos por Spano *et al.* (1987) e Lumeij (2008).

CONCLUSÃO

As variações fisiológicas e metabólicas que as matrizes de frango de corte apresentaram durante a fase de recria refletiram nas concentrações das proteínas totais, albumina, globulinas, relação A/G, ácido úrico, triglicérides, colesterol, glicose, fósforo, relação Ca/P, ALT, AST, e FAL, apresentando diferenças significativas ($p < 0,05$) comparando-se sexo e/ou idade, em sistema de produção industrial. Para os parâmetros séricos Ca e GGT, não apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$), comparando sexo e/ou idade, no mesmo período avaliado.

Há necessidade de novos estudos comparando os níveis dos constituintes bioquímicos séricos de ambos os sexos na fase de produção, considerando que é um período de intensa atividade metabólica nestes animais.

REFERÊNCIAS

- ALONSO-ALVAREZ, C. Age-dependent changes in plasma biochemistry of yellow-legged gulls (*Larus cachinnans*). *Comp. Biochem. Physiol. Part A. Mol. Integr. Physiol.*, v. 140, p. 512–518, 2005. <https://doi.org/10.1016/j.cbpb.2005.03.001>
- BARTLETT, G.R. Developmental changes of phosphates in red cells of the emu and the rhea. *Comp. Biochem. Physiol.*, v. 73A, p. 129-134, 1982. [https://doi.org/10.1016/0300-9629\(82\)90103-7](https://doi.org/10.1016/0300-9629(82)90103-7)
- BENEZ, S.M. *Aves: criação, clínica, teoria, prática: silvestres, ornamentais, avinhados*. Ribeirão Preto SP: Tecmedd, 2004, 300 p.
- BORSA, A.; KOHAYAGAWA, A.; BORETTI, L.P.; SAITO, M.E.; KUIBIDA, K. Níveis séricos de enzimas de função hepática em frangos de corte de criação industrial clinicamente saudáveis. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.58, p. 675-677, 2006. <https://doi.org/10.1590/S0102-09352006000400035>
- CAMPBELL, T.W. Clinical chemistry of birds. In: THRALL, M.A.; BAKER, D.C.; CAMPBELL, T.W. *et al. Veterinary Hematology and Clinical*, Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins, 2004. p. 479-492.
- CAPITELLI, R.; CROSTA, L. Overview of psittacine blood analysis and comparative retrospective study of clinical diagnosis, hematology and blood chemistry in selected psittacine species. *Vet. Clin. North Am. Exot. Anim. Pract.*, v. 16, p. 71–120, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.cvex.2012.10.002>
- COBB. Breeder Management Supplement. Disponível em: <<http://www.cobb-vantress.com/docs/default-source/cobb-500-guides/cobb-500sf-breeder-supplement---english908D536EB9C622F3EFBC78DC.pdf>>. Acessado em: 15 jan. 2014a.
- COBB. SF Parent rearing management record. Disponível em: <[http://www.cobb-vantress.com/docs/default-source/cobb-500-guides/cobb500sf-parent-rearing-laying-record---english-\(grams\)25BF39AB3EABF46297DB2B50.pdf](http://www.cobb-vantress.com/docs/default-source/cobb-500-guides/cobb500sf-parent-rearing-laying-record---english-(grams)25BF39AB3EABF46297DB2B50.pdf)>. Acessado em: 15 jan. 2014b.

DE MATOS, R. Calcium metabolism in birds. *Vet. Clin. North Am. Exot. Anim. Pract.*, v. 11, p. 59–82, 2008. <https://doi.org/10.1016/j.cvex.2007.09.005>

DENLI, M.; BLANDON, J.C.; GUYNOT, M.E. *et al.* Effects of dietary Afladetox on performance, serum biochemistry, histopatological changes and aflatoxin residues in broilers exposed to aflatoxin B1. *Poult. Sci.*, v.88, p.1444-1451, 2009. <https://doi.org/10.3382/ps.2008-00341>

DUNBAR, M.R.; GREGG, M.,A.; CRAWFORD, J.A. *et al.* Normal hematologic and biochemical values for prelaying greater sage grouse (*Centrocercus urophasianus*, 1781) and their influence on chick survival. *J. Zoo Wildl Med.*, v. 36, p. 422–429, 2005. <https://doi.org/10.1638/04-065.1>

EVANS, A.J.; BANNISTER, D.W.; WHITEHEAD, C.C. *et al.* Changes in plasma lipid and glucose levels during the onset of fatty liver and kidney syndrome in chicks. *Res. Vet. Sci.*, v.23, p. 275-279, 1977.

HARR, K.E. Clinical chemistry of companion avian species: a review. *Vet. Clin. Pathol.*, v.31, p. 140-151, 2002. <https://doi.org/10.1111/j.1939-165X.2002.tb00295.x>

HERMIER, D.; QUIGNARD-BOULANGÉ, A.; DUGAIL, I. *et al.* Evidence of enhanced storage capacity in adipose tissue of genetically lean and fat chickens. *J. Nutr.*, v.119, p.1369-1375, 1989. <https://doi.org/10.1093/jn/119.10.1369>

HOCHLEITHNER, M. Biochemistries In: RITCHIE, B.W.; HARRISON, G.J.; HARRISON, L.R. *Avian medicine: principles and application*. Lake Worth: Wingers Publishing, 1994. p. 176-198.

HOFFMAN, W.E.; SOLTER, P.F. Diagnostic enzymology of domestic animals, p. 351-378. In: KANEKO, J.J.; HARVEY, J.W.; BRUSS, M.L. *Clinical Biochemistry of Domestic Animals*. 6th ed. Burlington: Academic Press, 2008, 896p. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-370491-7.00012-X>

- KRÁL, I.; SUCHÝ, P. Haematological studies in adolescent breeding cocks. *Acta Vet. Brno*, v.69, p. 189-194, 2000. <https://doi.org/10.2754/avb200069030189>
- KUDAIR, I.M.; AL-HUSSARY, N.A.J. Effect of vaccination on some biochemical parameters in broiler chickens. *Iraqi J. Vet. Sci.*, v.24, p.59-64, 2010.
- JIANG, S.Z.; Li Z.; WANG, G.Y. *et al.* Effects of Fusarium mycotoxins with yeast cell wall absorbent on hematology, serum biochemistry, and oxidative stress in broiler chickens. *J. Appl. Poult. Res.*, v. 23, p. 165-173, 2014. <https://doi.org/10.3382/japr.2013-00830>
- LUMEIJ, J.T. Avian clinical biochemistry. In: KANEKO, J. J.; HARVEY, J. W.; BRUSS, M. L. (Ed). *Clinical Biochemistry of Domestic Animals*. 6th ed., Burlington, MA: Academic Press, 2008. p. 839-872. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-370491-7.00030-1>
- LUMEIJ, J.T.; WESTERHOF, I. Blood chemistry for the diagnosis of hepatobiliary disease in birds. A review. *Vet. Q.*, v.9, p.255-61, 1987. <https://doi.org/10.1080/01652176.1987.9694110>
- MACRAE, V.E.; MAHON, M.; GILPIN, S. *et al.* Skeletal muscle fibre growth and growth associated myopathy in the domestic chicken (*Gallus domesticus*). *Br. Poult. Sci.*, v.47, p. 264–272, 2006. <https://doi.org/10.1080/00071660600753615>
- MATUR, E.; ERGUL, E.; AKYAZI, I. *et al.* The effects of *Saccharomyces cerevisiae* extract on the weight of some organs, liver, and pancreatic digestive enzyme activity in breeder hens fed diets contaminated with aflatoxins. *Poult. Sci.*, v.89, p. 2213-2220, 2010. <https://doi.org/10.3382/ps.2010-00821>
- PEEBLES, E.D.; BURNHAM, M.R.; WALZEM, R.L. *et al.* Effects of fasting on serum lipids and lipoprotein profiles in the egg-laying hen (*Gallus domesticus*). *Comp. Biochem. Physiol. Part A Mol. Integr. Physiol.*, v. 138, p. 305-311, 2004. <https://doi.org/10.1016/j.cbpb.2004.04.008>
- PIOTROWSKA, A.; BURLIKOWSKA, A.K.; SZYMECZKO, R. Changes in blood chemistry in broiler chickens during the fattening period. *Folia Biol.*, v. 59, p.183-187, 2011. https://doi.org/10.3409/fb59_3-4.183-187

- RAJMAN, M.; JURANI, M.; LAMOSOVA, D. *et al.* The effects of feed restriction on plasma biochemistry in growing meat type chickens (*Gallus gallus*). *Comp. Biochem. Physiol.*, v. 145, p. 363-371, 2006. <https://doi.org/10.1016/j.cbpa.2006.07.004>
- RAMÍREZ, F.; HOBSON, K. A.; WANGENSTEEN, O. S. *et al.* A physiological marker for quantifying differential reproductive investment between the sexes in yellow-legged gulls (*Larus michahellis*). *J. Exp. Mar. Bio. Ecol.*, v.396, p. 48–52, 2010.
- REECE, W.O. *Dukes - Fisiologia dos Animais Domésticos*. 12 ed. São Paulo: Guanabara Koogan, 2007. 954 p. <https://doi.org/10.1016/j.jembe.2010.09.012>
- ROSS, J.G.; CHRISTIE, G.; HALLIDAY, W.G. *et al.* Hematological and blood chemistry comparison values for clinical pathology in poultry. *Vet. Rec.*, v. 102, p. 29-31, 1978. <https://doi.org/10.1136/vr.102.2.29>
- SILVA, P.R.L.; FREITAS NETO, O.C.; LARURENTIZ, A.C. *et al.* Blood serum components and serum protein test of Hybro-PG broilers of different ages. *Braz. J. Poultry Sci.*, v. 9, p. 229-232, 2007. <https://doi.org/10.1590/S1516-635X2007000400004>
- SPANO, J.S.; PEDERSOLI, W.M.; KEMPPAINEN, R.J. *et al.* Baseline hematologic, endocrine and clinical chemistry values in ducks and roosters. *Avian Dis.*, v.31, p. 800-803, 1987. <https://doi.org/10.2307/1591034>
- STOUT, J.D.; BRINKER, D.F.; DRISCOLL, C.P. *et al.* Serum biochemistry values, plasma mineral levels, and whole blood heavy metal measurements in wild northern goshawks (*Accipiter gentilis*). *J. Zoo Wildl. Med.*, v.41, p. 649–655, 2010. <https://doi.org/10.1638/2009-0258.1>

CAPÍTULO III – ARTIGO CIENTÍFICO

(Redigido nas normas do Periódico Ciência Rural)

Influência da faixa etária e sexo nos valores dos constituintes bioquímicos sanguíneos de aves da linhagem pesada de frango de corte na fase de produção

Influence of age and gender in the values of blood biochemical constituents of poultry of heavy lineage of chicken at the production stage

Marcelo Sebastião Rezende^{III*} Ednaldo Carvalho Guimarães^I Camilo Garcia Lellis²

Antonio Vicente Mundim^I

RESUMO

Objetivou-se com este trabalho avaliar a influência da idade e do sexo nos valores dos constituintes bioquímicos sanguíneos de aves da linhagem pesada de frango de corte na fase de produção. O estudo foi conduzido em uma granja de criação industrial de matrizes frango de corte, realizando a coleta de amostras de sangue de 15 aves de cada sexo, em cinco idades distintas. Nos soros obtidos, foram determinadas em analisador automático as concentrações de proteínas totais, albumina, globulinas, ácido úrico, colesterol, triglicérides, gama glutamiltransferase, aspartato aminotransferase, alanina aminotransferase, creatina quinase, fosfatase alcalina, cálcio e fósforo. Avaliou-se também as concentrações de glicose em sangue total, através de um glicosímetro comercial. Os constituintes bioquímicos sanguíneos avaliados apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$) comparando os valores das fêmeas e machos dentro da mesma idade e/ou avaliando as médias de ambos (fêmeas e machos) entre as faixas etárias, exceto para a ALT.

^I Universidade Federal de Uberlândia – UFU, Uberlândia, MG, Brasil.

^{II} Programa Pós-Graduação, Sociedade Paranaense de Ensino e Informática-SPEI, Curitiba, PR, Brasil.

^{III*} Programa Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, Universidade Federal de Uberlândia – UFU, Uberlândia, MG, Brasil. E-mail: marcelorezende.vet@hotmail.com. Autor para correspondência.

Palavras-chave: *bioquímica sanguínea, matrizes de frango de corte, fase de produção, soro.*

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the influence of age and sex on the blood biochemical constituents of poultry of heavy lineage of chicken during the production stage. The study was conducted in an industrial broiler breeders farm, with the collection of blood samples from 15 birds of each gender, at 5 different ages. The serums obtained were evaluated in an automatic analyzer for the concentrations of total protein, albumin, globulins, uric acid, cholesterol, triglycerides, gamma glutamyltransferase, aspartate aminotransferase, alanine aminotransferase, creatine kinase, alkaline phosphatase, calcium and phosphorus. Glucose levels in whole blood were also evaluated through a commercial glycosimeter. The blood's biochemical constituents evaluated presented significant differences ($p < 0.05$) comparing the values of females and males within the same age and/or evaluating the means of both females and males between the age groups, except for ALT.

Key words: *Blood biochemistry, broiler breeders, production stage, serum.*

INTRODUÇÃO

A avicultura de corte no Brasil tem se destacado nos últimos anos pelos avanços genéticos na obtenção de frangos de corte com grande eficiência no ganho peso, alto rendimento de carne e baixa conversão alimentar.

As características de produtividade do frango são transmitidas pelos seus progenitores, os machos e fêmeas matrizes, que carregam a mesma carga genética. Por outro lado, eles devem ser conduzidos priorizando as suas características reprodutivas; as fêmeas objetivando

maximizar a produção de ovos férteis, com baixa mortalidade, e os machos garantindo uma boa fertilidade, o que resultará em taxas de eclosão satisfatórias com qualidade da progênie.

O desempenho das aves de produção está intimamente relacionado com o ambiente no qual está inserido, sendo reflexo da interação do seu organismo com os fatores exógenos como a ambiência, alimentação, manejo e relacionamento social. O conhecimento das melhores respostas fisiológicas frente a esse complexo interativo é fundamental para a busca da melhor performance, sendo um indicativo de bem-estar animal.

A patologia clínica veterinária tem se destacado como uma excelente ferramenta para o diagnóstico de doenças, notadamente as de origem infecciosa e metabólica. Vários estudos na área avícola têm pesquisado alguns componentes bioquímicos sanguíneos, com o objetivo de identificar as linhagens com melhor desempenho produtivo. O uso da alanina aminotransferase (AST), como marcador bioquímico na doença conhecida como “síndrome do fígado gorduroso” e a correlação da gordura abdominal com os níveis séricos da lipoproteína de muito baixa densidade (VLDL) são exemplos da aplicação da patologia clínica para a seleção de animais com melhor desempenho produtivo (HERMIER, 1997; SO et al., 2009).

Este trabalho objetivou conhecer as variações fisiológicas de alguns constituintes bioquímicos sanguíneos em machos e fêmeas da linhagem pesada de frango de corte na fase de produção, entre 28 e 60 semanas de idade, como também a influência do sexo.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado no período de março a junho de 2016 em uma unidade de produção industrial de matrizes de frango de corte da linhagem Cobb, situada no município de Uberlândia, Minas Gerais. A cidade apresenta as coordenadas geográficas 18°54'41,90582”S

(latitude) e 48°15'21,63093"W (longitude), uma temperatura média anual em torno de 23° C e índice pluviométrico anual de 1552 mm (UBERLÂNDIA, 2017) .

Durante a fase de produção as fêmeas receberam ração postura 1 a partir de 25 semanas de idade, e a partir de 49 semanas a ração postura 2. Os machos consumiram a ração de crescimento até as 27 semanas e a partir de 28 semanas até o final da produção, a ração para galos.

Foram selecionadas aleatoriamente 30 aves da linhagem Cobb sendo 15 fêmeas e 15 machos em cada uma das seguintes faixas etárias 28, 36, 44, 52 e 60 semanas de idade, totalizando 150 aves. Seis horas após o termino do consumo da ração, as aves foram pesadas e em seguida coletados em cada ave três mililitros de sangue por punção da veia ulnar, utilizando-se agulhas e seringas descartáveis.

Imediatamente após a coleta, as amostras de sangue foram transferidas para tubos estéreis, sem anticoagulante (tubos secos) e no mesmo dia, encaminhadas em caixa isotérmica ao Laboratório Clínico do Hospital Veterinário da Universidade Federal de Uberlândia, procedendo-se a centrifugação a 720x g durante 10 minutos. Os soros foram separados e acondicionados em microtubos, armazenados à temperatura de refrigeração (2° a 8° C) por 24 horas, até o momento das análises bioquímicas.

Os elementos bioquímicos analisados em cada amostra de soro foram proteínas totais (método do Biureto), albumina (método verde de bromocresol), globulinas (calculadas pela diferença entre o valor das proteínas totais e albumina), ácido úrico (método enzimático Trinder), colesterol total e triglicérides (método enzimático Trinder), alanina aminotransferase (ALT) e aspartato aminotransferase (AST) pelo método cinético UV-IFCC, gama glutamiltransferase (GGT) pelo método Szasz modificado, creatina quinase (CK) pelo método cinético UV, fosfatase alcalina (FAL) pelo método Bowers e Mccomb modificado, cálcio (método cresoltaleína complexona) e fósforo (método Daly e Ertingshausen modificado). Foi

96 utilizado o analisador automático Labmax Plenno[®] previamente calibrado (Calibra H) e
 97 aferido com soro controle universal (Qualitrol 1) e kits comerciais da Labtest Diagnóstica[®].

98 Tabela 4. Exigências nutricionais das aves de linhagem pesada de frango de corte e
 99 níveis de suplementação de vitaminas e minerais na fase de produção

NUTRIENTE	TIPO DE RAÇÃO/IDADE							
	POSTURA I		POSTURA II		CRESCIMENTO		GALOS	
	25 - 48		49 - 68		24 - 27		28 - 68	
Energia metabolizável (Kcal/Kg) ¹	2850		2800		2750		2850	
Proteína bruta (%) ¹	15,50		15,00		15,00		14,00	
Cálcio (%) ²	2,89		3,08		1,00		0,90	
Fósforo (%) ²	0,43		0,38		0,40		0,45	
Sódio (%) ²	0,15-0,20		0,15-0,20		0,18-0,20		0,15-0,20	
Potássio (%) ²	0,63		0,57		0,60		0,60	
Cloro (%) ²	0,15-0,24		0,15-0,24		0,18-0,24		0,15-0,24	
Ácido linoléico (%) ²	0,63		0,57		1,11		-	
Aminoácido ²	Dig.	Total	Dig.	Total	Dig.	Total	Dig.	Total
Lisina (%) ²	0,64	0,72	0,62	0,7	0,49	0,59	0,42	0,48
Metionina (%) ²	0,3	0,34	0,29	0,33	0,22	0,27	0,21	0,24
Metionina + cistina (%) ²	0,55	0,62	0,53	0,6	0,42	0,51	0,38	0,43
Triptofano (%) ²	0,16	0,18	0,15	0,18	0,12	0,15	0,12	0,14
Treonina (%) ²	0,48	0,55	0,46	0,53	0,41	0,49	0,39	0,45
Arginina (%) ²	0,57	0,65	0,56	0,63	0,49	0,59	0,42	0,48
Valina (%) ²	0,51	0,58	0,49	0,56	0,37	0,45	0,31	0,36
Isoleucina (%) ²	0,48	0,55	0,47	0,53	0,41	0,49	0,35	0,4
Leucina (%) ²	0,71	0,81	0,69	0,79	0,64	0,77	0,5	0,58
Histidina (%) ²	0,22	0,25	0,21	0,24	0,16	0,2	0,15	0,17
Fenilalanina (%) ²	0,42	0,48	0,41	0,46	0,32	0,39	0,27	0,31
Fenilalanina +tirosina (%) ²	0,76	0,87	0,74	0,84	0,59	0,71	0,5	0,58
Vitamina A (UI/Kg) ²	12000		12000		10000		12000	
Vitamina D3 (UI/Kg) ²	3000		3000		3000		3000	
Vitamina E (UI/Kg) ²	50-100		50-100		45-50		50-100	
Vitamina K (mg/Kg) ²	6		6		3		6	
Vitamina C (mg/Kg) ²	50		50		25		50	
Ácido fólico (mg/Kg) ²	4		4		1		4	
Biotina (mg/Kg) ²	300		300		250		300	
Colina (mg/Kg) ²	250-450		250-450		200-300		250-450	
Manganês (mg/Kg) ²	120		120		100		120	
Zinco (mg/Kg) ²	110		110		120		110	
Ferro (mg/Kg) ²	40-55		40-55		20-50		40-55	
Cobre (mg/Kg) ²	10-15		10-15		10-15		10-15	
Selênio (mg/Kg) ²	0,3		0,3		0,3		0,3	
Iodo (mg/Kg) ²	2		2		0,5		0,5	

¹ Níveis calculados de acordo com a formulação da empresa

² Níveis calculados de acordo com a recomendação da linhagem genética (Cobb, 2014a)

A glicemia de cada ave nas cinco faixas etárias foi determinada logo após a coleta da amostra de sangue para a sorologia, utilizando-se o glicosímetro comercial One Touch[®] Ultra[™].

O modelo experimental adotado foi o delineamento inteiramente ao acaso em esquema fatorial composto por dois sexos, cinco idades e com 15 repetições, totalizando 150 amostras.

Para a normalidade foi aplicado o teste de Kolmogorov Smirnov com 5% de significância, sendo que os dados apresentaram normalidade. Foi aplicado o Teste T, comparando os sexos e ANOVA para as idades, verificando se os dados analisados eram estatisticamente iguais, com 5% de significância. O software utilizado foi o GraphPad Prism 5.1.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os machos e as fêmeas apresentaram ganho de peso compatível ao preconizado pela linhagem (COBB, 2014b), sendo os valores dos machos significativamente superiores ($p<0,05$) aos das fêmeas em todas as idades (Tabela 5).

Neste estudo observou-se que os níveis séricos de proteína total nas fêmeas foram maiores que nos machos na maioria das idades avaliadas. A fêmea matriz em idade de reprodução tem uma alta demanda de proteína para a produção de ovos, exigindo níveis nutricionais de proteína na ração superiores aos dos machos. Considerando a média da proteína total de fêmeas e machos, os menores valores foram encontrados no início (28 semanas) e no final (60 semanas) da fase de produção. Observa-se, nas fêmeas, no início da produção, uma alta demanda protéica para o desenvolvimento do aparelho reprodutivo, bem como para o início da atividade sexual, no caso dos machos.

A albumina representa de 40 a 50% da proteína plasmática total das aves com níveis normais variando de 0,8 a 2,0 g/dL (SCHIMIDT et al., 2007). Os valores séricos apresentados

126 pelas fêmeas foram maiores que os obtidos pelos machos. O menor percentual dos níveis
127 protéicos da ração dos machos também refletiu nos valores inferiores encontrados para a
128 albumina sérica dos machos. Os valores médios de machos e fêmeas foram
129 significativamente maiores às 44 e 52 semanas de idade.

130 As globulinas são compostas pelas alfa globulinas, beta globulinas e gamaglobulinas.
131 As alfas globulinas estão envolvidas nos processos de resposta aguda nas situações de trauma,
132 inflamações ou infecções, enquanto que as betas globulinas ainda têm o seu papel clínico
133 desconhecido (MELILO, 2013). Nas gamaglobulinas estão incluídos os produtos de
134 degradação do complemento (sistema imune), também associados a respostas de fase aguda e
135 as imunoglobulinas, que têm papel importante nos mecanismos de defesa imunológica nos
136 organismos animais (TRHALL et al., 2004). Na maioria das idades avaliadas, o teor de
137 globulinas séricas foi maior nas fêmeas do que nos machos. No período de foliculogênese há
138 uma hiperproteinemia por causa de aumento na fração globulinas induzido pelo estrógeno
139 (CAMPBELL & DEIN, 1984). Avaliando a média de fêmeas e machos, observou-se uma
140 tendência de aumento dos valores das globulinas com o aumento da idade até as 52 semanas.
141 Estudos realizados em bovinos também identificaram aumento de níveis séricos de globulina
142 com o aumento da idade (LIBERG, 1977). HASEGAWA et al. (2002), estudando o perfil
143 bioquímico das proteínas séricas em matrizes de frango de corte, encontraram valor de 2,7
144 g/dL para as globulinas às 63 semanas de idade.

145 Os machos apresentaram teores de ácido úrico maiores que as fêmeas (Tabela 5).
146 Vários autores observaram que galos apresentam melhor desempenho reprodutivo com rações
147 com baixo nível protéico comparado ao das fêmeas, com uma necessidade de ingestão em
148 torno de 12% (McDANIEL & WINSON, 1986; WILSON et al. , 1987; HOCKING, 1990).
149 Com isso, o consumo de ração com maior conteúdo protéico observado neste estudo resultou,
150 para os machos, em maior produção de metabólitos nitrogenados. Observou-se aumento do

ácido úrico nas aves desse estudo de acordo com a idade, sendo os valores observados nas aves com 52 e 60 semanas superiores aos das aves com 28 e 36 semanas, estando de acordo com HOCHLEITHNER (1994) (Tabela 5). O aumento de excreção do ácido úrico na fase final da produção pode indicar um possível excesso de ingestão de proteína nesta idade pelas fêmeas e principalmente pelos machos.

Os teores séricos de triglicérides foram significativamente maiores nas fêmeas do que nos machos (Tabela 5). Durante a produção de ovos o estrógeno incrementa o aumento da produção de lipídios hepáticos, principalmente de triglicérides, constituindo uma reserva de energia para o embrião (WALZEM, 1996). Com relação às faixas etárias, a média de fêmeas e machos foi semelhante ($p>0,05$) em todas as idades avaliadas.

Para o colesterol, verificou-se que os níveis séricos nas fêmeas foram maiores que nos machos em todos os períodos avaliados (Tabela 5). Durante a fase da postura, ocorre nas fêmeas uma elevação significativa das concentrações plasmáticas de colesterol, decorrente da vitelogênese para a formação da gema do ovo (HARR, 2002; THRALL et al., 2004).

A glicemia nas espécies aviárias é 150 a 300% mais altas do que nos mamíferos, considerando a mesma massa corporal (BRAUN & SWEAZEA, 2008). Avaliando os valores de glicose, as fêmeas apresentaram valores superiores aos dos machos em todas as idades estudadas (Tabela 5). Os hormônios androgênicos, em especial a testosterona, aumentam os valores do hematócrito, que representa o percentual de células vermelhas ou hemácias do sangue (STURKIE, 1965). Isto ocorre através da atuação direta da testosterona na medula óssea ao nível dos eritroblastos policromatófilicos, melhorando a síntese de RNA ribossomal e seus precursores, estimulando a ribonuclease nuclear, e, por conseguinte, aumentando a produção de glóbulos vermelhos (ZITSMANN, 2008).

Várias hipóteses foram levantadas para justificar a influência do aumento do hematócrito na diminuição dos níveis de glicemia. Entre elas são mencionados o aumento da

viscosidade do sangue, dificultando o contato do plasma com a superfície de reação da fita teste, a mudança da cinética de difusão de algumas substâncias, como a glicose e a diminuição do volume plasmático, com quantidade insuficiente para uma medição precisa (LOUIE et al., 2000). Como consequência, a glicose tem os seus valores diminuídos quando a avaliação é realizada no sangue total. Avaliando as médias de fêmeas e machos não houve diferença entre as idades (Tabela 5).

As concentrações séricas de cálcio encontrados nas fêmeas foram significativamente maiores do que nos machos (Tabela 6). Estes níveis sanguíneos são dependentes da dieta (VIÑUELA et al., 1991), que para as fêmeas têm um papel importante na formação da casca do ovo, induzido por estrógenos (HARR, 2002; DUNBAR et al., 2005) e transportado por proteínas ligadoras como a vitelogenina e a albumina (CAPITELLI & CROSTA, 2013). As concentrações de cálcio sérico das fêmeas e machos não variaram de acordo com a idade.

Avaliando-se os níveis de fósforo (Tabela 6), os valores apresentados pelas fêmeas foram significativamente maiores que nos machos ($p < 0,05$). O metabolismo do fósforo está intimamente relacionado com o do cálcio, principalmente no que se refere à absorção em níveis séricos; concentrações maiores de cálcio nas fêmeas requerem proporcionalmente níveis também maiores de fósforo, objetivando manter a homeostase destes dois eletrólitos (SALDANHA, 2008). Nas aves do presente estudo os níveis de fósforo sérico não apresentaram variação, avaliando a média de fêmeas e machos, de acordo com a idade.

A relação Ca/P apresentou valores maiores nas fêmeas confrontados com os dos machos, principalmente em função dos níveis séricos do cálcio, que foram proporcionalmente mais altos nas fêmeas (Tabela 6). Entre as faixas etárias os valores foram na sua maioria iguais, principalmente pela menor variação dos níveis das fêmeas.

Para a alanina aminotransferase (ALT) não houve diferenças significativas entre os valores apresentados pelos machos e fêmeas e também quando comparadas as médias de

fêmeas e machos, nas diferentes faixas etárias (Tabela 6). Embora as elevações de ALT estejam associadas a lesões hepáticas ou musculares, na maioria das aves, mesmo aquelas com lesões hepáticas severas, não apresentam variações significativas nas concentrações séricas desta enzima (HOCHLEITHNER, 1994).

Considerando que a aspartato aminotransferase (AST) não seja considerada uma enzima específica dos tecidos hepático e muscular, suas principais alterações sanguíneas estão associadas a distúrbios nestes locais (CAPITELLI & CROSTA, 2013). Neste estudo observou-se valores maiores nos machos em relação às fêmeas nas idades de 28 e 36 semanas, possivelmente pela maior atividade física em decorrência da competição pelas fêmeas. Comparando as médias de ambos os sexos, os valores da enzima foram significativamente maiores ($p < 0,05$) nas aves com 60 semanas de idade (Tabela 2), podendo ser indicativo de alteração no tecido hepático ou muscular.

A Creatina quinase (CK) é uma enzima mais específica para o músculo esquelético e o seu aumento, nas aves, está associado, principalmente, a alterações musculares (CAPITELLI & CROSTA, 2013). Comparando os resultados entre os sexos, nas idades de 28 e 36 semanas os níveis séricos dos machos foram maiores que os das fêmeas (Tabela 6). Estudos anteriores demonstram que além da utilidade já conhecida como marcador de dano muscular, a CK também é um excelente método para quantificar a energia necessária na estratégia reprodutiva de cada sexo, auxiliando no estudo destas estratégias (RAMÍREZ et al., 2010). STOUT et al. (2010) também relacionaram incrementos da CK, junto com a AST, com o período reprodutivo, que se associa a liberação de adrenalina, incremento do exercício e o estresse. As elevações dos níveis de AST e CK obtidas nas aves deste estudo coadunam com estes estudos. Os machos, principalmente nas fases iniciais do período reprodutivo, têm uma atividade física muito intensa, competindo-se entre si, para a formação dos núcleos familiares dentro do plantel.

Comparando as médias de fêmeas e machos, a CK apresentou os níveis séricos mais elevados às 28 e 52 semanas de idade (Tabela 6). Nestas idades houve manejo com as aves, realizando movimentação, contenção e avaliação individual dos machos, com o objetivo de selecioná-los conforme sua conformação corporal, mantendo os aptos acasalados. Para esse procedimento as fêmeas também são envolvidas, uma vez que estão no mesmo ambiente dos machos. Esse procedimento envolve intensa atividade muscular, refletindo no aumento dos valores sanguíneos de CK.

Avaliando o comportamento da gama glutamiltransferase (GGT), observa-se concentrações séricas maiores nas fêmeas com 52 e 60 semanas no final do período reprodutivo ($p < 0,05$), repercutindo também na elevação da média entre os sexos nestas faixas etárias (Tabela 6). Alguns autores consideram como normais os valores entre 0-10 UI/L (LUMEIJ, 1997). Sua atividade sérica ou plasmática elevada ocorre pelo aumento de produção e liberação por alterações hepatobiliares (MEYER et al., 1995).

Embora HOCHLEITHNER (1994) considere o valor diagnóstico ainda pouco conhecido, o aumento simultâneo dos níveis de GGT e AST nestas mesmas idades corrobora a suspeita de alterações de origem hepática, principalmente devido à infiltração gordurosa, causando lesão hepática.

Comparando os níveis séricos de fosfatase alcalina (FAL) das aves deste estudo, os apresentados pelos machos foram superiores aos das fêmeas na maioria das idades estudadas, exceto nas aves com 28 semanas, onde machos e fêmeas apresentaram níveis iguais no início da produção. A FAL está relacionada com o metabolismo ósseo, principalmente com a atividade osteoblástica (RAJMAN et al., 2006). Comparando os sexos, os machos apresentaram valores séricos mais altos de FAL, possivelmente pela maior quantidade das isoenzimas ósseas por apresentarem uma quantidade maior de tecido ósseo, devido ao seu esqueleto mais desenvolvido. RATH et al. (1999) encontraram em matrizes de frango de corte

com 73 semanas de idade, 1719 UI/L e 270 UI/L de FAL em machos e fêmeas, respectivamente. Avaliando as médias obtidas de fêmeas e machos de acordo com a idade, observa-se que o valor mais alto foi obtido às 28 semanas, principalmente pelos teores mais altos apresentados pelas fêmeas. Isso ocorre principalmente devido a ação estrogênica, que estimula os osteoblastos a depositar cálcio no osso medular, constituindo uma fonte de reserva de mobilização do cálcio para a formação da casca do ovo (FARMER et al., 1983). No final do período reprodutivo observa-se nas aves com 60 semanas de idade (grupo de fêmeas e machos) elevação dos níveis da FAL. Há uma forte correlação com o aumento dos níveis apresentados pelas fêmeas, provavelmente justificado pela diminuição da absorção de cálcio pelas aves mais velhas (diminuição dos níveis de estrógeno) e com isso, maior reabsorção óssea (GUYTON & HALL, 2006).

CONCLUSÃO

Neste estudo, avaliando os constituintes bioquímicos sanguíneos em machos e fêmeas matrizes de frango de corte, em função das variações fisiológicas na fase de produção, houve diferenças significativas ($p < 0,05$) nas proteínas totais, albumina, globulinas, relação A/G, ácido úrico, triglicérides, colesterol, glicose, cálcio, fósforo, relação Ca/P, AST, CK, GGT e FAL, comparando o sexo dentro da mesma faixa etária e as médias de machos e fêmeas entre as idades avaliadas. O parâmetro bioquímico sérico ALT não apresentou diferença significativa entre os sexos dentro da mesma faixa etária e também entre as médias de machos e fêmeas, comparando as idades.

Recomenda-se novos estudos relacionando a patologia clínica com outras ferramentas de diagnóstico, como a necropsia e a histopatologia, para confirmar as alterações fisiológicas que ocorrem nas matrizes de frango de corte, comparando o sexo e as idades avaliadas.

COMITÊ DE ÉTICA E BIOSSEGURANÇA

Todos os procedimentos realizados neste estudo estão de acordo com o Protocolo Registro CEUA/ UFU 004/16, aprovado em 15 de março de 2016, pelo Comitê de Ética na Utilização de Animais da Universidade Federal de Uberlândia.

REFERÊNCIAS

BRAUN, E.J.; SWEAZEA K.L. Glucose regulation in birds. **Comparative Biochemistry and Physiology. Part B, Biochemistry & Molecular Biology**, v. 151, n. 1, p. 1-9, 2008.

<https://doi.org/10.1016/j.cbpb.2008.05.007>

CAMPBELL, T.W.; DEIN F.J. Avian hematology. The basics. **Veterinary Clinics of North American: Small Animal Practice**, v.14, n. 2, p.223-248, 1984.

[https://doi.org/10.1016/S0195-5616\(84\)50031-X](https://doi.org/10.1016/S0195-5616(84)50031-X)

CAPITELLI, R.; CROSTA, L. Overview of psittacine blood analysis and comparative retrospective study of clinical diagnosis, hematology and blood chemistry in selected psittacine species. **Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice**, v. 16, n. 1, p. 71–120, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.cvex.2012.10.002>

COBB. **Breeder Management Supplement**. Disponível em: <<http://www.cobb-vantress.com/docs/default-source/cobb-500-guides/cobb-500sf-breeder-supplement-----english908D536EB9C622F3EFBC78DC.pdf>>. Acessado em: 15 jan. 2014a.

COBB. **SF parent rearing management record**. Disponível em: <[http://www.cobb-vantress.com/docs/default-source/cobb-500-guides/cobb500sf-parent-rearing-laying-----record---english-\(grams\)25BF39AB3EABF46297DB2B50.pdf](http://www.cobb-vantress.com/docs/default-source/cobb-500-guides/cobb500sf-parent-rearing-laying-----record---english-(grams)25BF39AB3EABF46297DB2B50.pdf)>. Acessado em: 15 jan. 2014b.

- 299 DUNBAR, M.R et al. Normal hematologic and biochemical values for prelaying greater sage
300 grouse (*Centrocercus urophasianus*) and their influence on chick survival. **Journal of Zoo**
301 **and Wildlife Medicine**, v. 36, n.3, p. 422–429, 2005. <https://doi.org/10.1638/04-065.1>
- 302 FARMER, M. et al. Calcium metabolism in broiler breeder hens. 1. Calcium status of the
303 digestive tract of broiler breeders throughout a 24 hour period. **Poultry Science**, v. 62, n. 3,
304 p. 459-464, 1983. <https://doi.org/10.3382/ps.0620459>
- 305 HARR, K.E. Clinical chemistry of companion avian species: a review. **Veterinary Clinical**
306 **Pathology**, v.31, n. 3, p. 140-151, 2002. <https://doi.org/10.1111/j.1939-165X.2002.tb00295.x>
- 307 HASEGAWA, M.Y. et al. Avaliação do perfil eletroforético das proteínas séricas em matrizes
308 pesadas (*Gallus gallus domesticus*) da linhagem Avian Farm. **Revista Brasileira de Ciência**
309 **Avícola**, v. 4, n. 3, p. 203-207, 2002. <https://doi.org/10.1590/S1516-635X2002000300004>
- 310 HERMIER, D. Lipoprotein metabolism and fattening in poultry. **Journal Nutrition**, v. 127,
311 suppl. 5, p. 805-808. 1997. <https://doi.org/10.1093/jn/127.5.805S>
- 312 HOCHLEITHNER, M. Biochemistries In: RITCHIE, B.W et al. **Avian medicine: principles**
313 **and application**. Lake Worth: Wingers Publishing, 1994. Cap. 8, p. 176-198.
- 314 HOCKING, P.M. The relationship between dietary crude protein, bodyweight and fertility in
315 naturally mated broiler breeder males. **British Poultry Science**, v.31, n. 4, p.743-757, 1990.
316 <https://doi.org/10.1080/00071669008417305>
- 317 LIBERG, P. Agarose gel electrophoretic fractionation of serum proteins in adult cattle. L A
318 study of clinically healthy cows. **Acta Veterinaria Scandinavica**, v.18, n. 1, p.40-53, 1977.
- 319 LOUIE, R.F. et al. Point-of-care glucose testing: effects of critical care variables, influence of
320 reference instruments, and a modular glucose meter design. **Archives Pathology Laboratory**
321 **Medicine**, v.124, n. 2, p. 257-266, 2000.

- 322 LUMEIJ, J.T. Avian clinical biochemistry. In: KANEKO, J.J. et al. **Clinical Biochemistry of**
323 **Domestic Animals**, 5th ed., San Diego: Academic Press, 1997. Cap. 6, p. 342-350.
324 <https://doi.org/10.1016/B978-012396305-5/50031-2>
- 325 McDANIEL, G.R.; WINSON, J.L. Feeding breeder males. In: **PROCEEDINGS NORTH**
326 **CAROLINE NUTRITION CONFERENCE**, Charlotte, NC. 1986, p.66-74.
- 327 MEYER, D.L. et al. **Medicina de Laboratório Veterinária: Interpretação e Diagnóstico**.
328 São Paulo: Roca, 1995. 308p.
- 329 MELILLO, A. Applications of serum protein electrophoresis in exotic pet medicine.
330 **Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice**, v. 16, n. 1, p. 211–225,
331 2013. <https://doi.org/10.1016/j.cvex.2012.11.002>
- 332 RAJMAN, M. et al. The effects of feed restriction on plasma biochemistry in growing meat
333 type chickens (*Gallus gallus*). **Comparative Biochemistry and Physiology Part A:**
334 **Molecular & Integrative Physiology**, v.145, n. 3, p. 363-371, 2006.
335 <https://doi.org/10.1016/j.cbpa.2006.07.004>
- 336 RATH, N.C et al. Comparative differences in the composition and biomechanical properties
337 of tibiae of seven- and seventy-two-week-old male and female broiler breeder chickens.
338 **Poultry Science**, v. 78, n. 8, p. 1232-1239, 1999
- 339 RAMÍREZ, F. et al. A physiological marker for quantifying differential reproductive
340 investment between the sexes in yellow-legged gulls (*Larus michahellis*). **Journal of**
341 **Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 396, n. 1, p. 48–52, 2010.
342 <https://doi.org/10.1016/j.jembe.2010.09.012>
- 343 SALDANHA, E.S.P.B. **Efeitos de minerais orgânicos no desempenho e qualidade de ovos**
344 **e qualidade óssea de poedeiras semi-pesadas no segundo ciclo de produção**. Tese
345 (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade
346 Estadual Paulista. Botucatu, p. 90. 2008.

- SCHMIDT, E.M.S. et al. Hematological and serum chemistry values for the ring-necked pheasant (*Phasianus colchicus*): variation with sex and age. **International Journal Poultry Science**, v. 6, n. 2, p. 137-139, 2007. <https://doi.org/10.3923/ijps.2007.137.139>
- SO H.H. et al. Early Diagnosis of fatty liver-hemorrhagic syndrome using blood Biochemistry in commercial layers. **Korean Journal Poultry Science**, v.36, n. 1, p. 165-175, 2009. <https://doi.org/10.5536/KJPS.2009.36.2.165>
- STOUT, J. D. et al. Serum biochemistry values, plasma mineral levels, and whole blood heavy metal measurements in wild northern goshawks (*Accipiter gentilis*). **Journal of Zoo and Wildlife Medicine**, v. 41, n. 4, p. 649–655, 2010. <https://doi.org/10.1638/2009-0258.1>
- STURKIE, P.D. **Avian Physiology**. Ithaca: Cornell University Press, 1965. 423 p.
- THRALL, M.A. et al. **Veterinary Hematology and Clinical Chemistry**. Philadelphia: Williams & Wilkins, 2004. 518p.
- WALZEM, R. L. Lipoproteins and the laying hen: Form follows function. **Poultry Avian Biology Reviews**, v.7, n. 1, p. 31–64, 1996.
- WILSON, J.L. et al. Dietary protein levels for broiler breeder males. **Poultry Science**, v.66, n. 2, p.237-242, 1987.<https://doi.org/10.3382/ps.0660237>
- UBERLÂNDIA. Secretaria Municipal de Planejamento Urbano. **Banco de Dados Integrados Ano 2017**. Disponível em: [http://www.uberlandia.mg.gov.br /uploads/ cmsbarquivos/17885pdf](http://www.uberlandia.mg.gov.br/uploads/cmsbarquivos/17885pdf). Acessado em: 10 set . 2017.
- VIÑUELA, J. et al. Age-related variations in plasma levels of alkaline phosphatase, calcium and inorganic phosphorus in chick of two species of raptors. **Comparative Biochemistry Physiology, Part A: Physiology**, v. 99, n. 1-2, p. 49–54, 1991. [https://doi.org/10.1016/0300-9629\(91\)90233-3](https://doi.org/10.1016/0300-9629(91)90233-3)
- ZITSMANN, M. Effects of testosterone replacement and its pharmacogenetics on physical performance and metabolism. **Asian Journal of Andrology**, v.10, n .3, p. 364-72, 2008.

372 Tabela 5 - Valores médios e desvio padrão do peso, das concentrações sanguíneas de proteínas, metabólitos e nutrientes em machos e fêmeas de linhagem
373 pesada de frango de corte na fase de produção.

PARÂMETRO	SEXO	IDADE (semanas)				
		28	36	44	52	60
Peso (g)	F	3426,67 ^B ± 132,98	3728,33 ^B ± 97,88	3931,45 ^B ± 127,08	4001,33 ^B ± 115,16	4003,21 ^B ± 160,57
	M	3960,33 ^A ± 115,21	4383,00 ^A ± 9,12	4626,28 ^A ± 115,12	4644,67 ^A ± 100,06	4808,33 ^A ± 166,33
	F e M	3693,50 ^c ± 297,66	4055,67 ^b ± 345,40	4278,87 ^{ab} ± 372,90	4323,00 ^a ± 343,91	4405,33 ^a ± 440,24
Proteínas totais (g/dL ⁻¹)	F	5,01 ^A ± 0,69	5,38 ^A ± 0,67	5,66 ^A ± 0,46	6,01 ^A ± 0,53	5,08 ^A ± 0,34
	M	3,61 ^B ± 0,31	5,01 ^A ± 0,68	4,35 ^B ± 0,36	5,08 ^B ± 0,51	4,57 ^B ± 0,67
	F e M	4,31 ^c ± 0,89	5,19 ^{ab} ± 0,69	5,08 ^{ab} ± 0,76	5,55 ^a ± 0,70	4,83 ^{bc} ± 0,57
Albumina (g/dL ⁻¹)	F	2,09 ^A ± 0,25	1,93 ^A ± 0,26	2,37 ^A ± 0,19	2,23 ^A ± 0,18	1,90 ^A ± 0,13
	M	1,37 ^B ± 0,12	1,50 ^B ± 0,13	1,73 ^B ± 0,12	1,77 ^B ± 0,16	1,54 ^B ± 0,23
	F e M	1,74 ^b ± 0,41	1,71 ^b ± 0,32	2,08 ^a ± 0,37	2,00 ^a ± 0,28	1,73 ^b ± 0,26
Globulinas (g/dL ⁻¹)	F	2,92 ^A ± 0,56	2,80 ^B ± 0,16	3,30 ^A ± 0,41	3,79 ^A ± 0,48	3,17 ^A ± 0,26
	M	2,34 ^B ± 0,52	3,34 ^A ± 0,47	2,63 ^B ± 0,31	3,30 ^B ± 0,56	3,03 ^A ± 0,50
	F e M	2,63 ^c ± 0,57	3,07 ^b ± 0,45	3,00 ^{bc} ± 0,47	3,55 ^a ± 0,57	3,10 ^b ± 0,39
Relação A/G	F	0,73 ^A ± 0,13	0,69 ^A ± 0,11	0,73 ^A ± 0,11	0,60 ^A ± 0,09	0,60 ^A ± 0,04
	M	0,58 ^B ± 0,19	0,46 ^B ± 0,07	0,66 ^A ± 0,08	0,55 ^A ± 0,10	0,51 ^B ± 0,07
	F e M	0,66 ^{ab} ± 0,13	0,57 ^{bc} ± 0,17 ^t	0,70 ^a ± 0,11	0,57 ^{bc} ± 0,10	0,56 ^c ± 0,07
Ácido úrico (mg/dL ⁻¹)	F	5,65 ^B ± 0,96	5,22 ^B ± 0,91	7,26 ^B ± 1,41	6,44 ^B ± 1,32	7,58 ^B ± 1,85
	M	7,94 ^A ± 3,31	7,51 ^A ± 2,89	11,07 ^A ± 3,28	14,13 ^A ± 3,36	11,79 ^A ± 2,84
	F e M	6,79 ^b ± 2,66	6,36 ^b ± 2,34	8,69 ^{ab} ± 2,75	10,29 ^a ± 4,64	9,61 ^a ± 3,12
Triglicérides (mg/dL ⁻¹)	F	1120,07 ^A ± 205,97	1589,57 ^A ± 246,10	1556,40 ^A ± 131,70	1538,60 ^A ± 66,66	1380,33 ^A ± 215,36
	M	77,07 ^B ± 18,45	102,86 ^B ± 48,84	94,88 ^B ± 24,83	92,33 ^B ± 17,45	97,25 ^B ± 21,62
	F e M	597,57 ^a ± 549,53	846,21 ^a ± 776,43	1048,04 ^a ± 747,14	815,47 ^a ± 737,05	810,07 ^a ± 668,80
Colesterol (mg/dL ⁻¹)	F	155,13 ^A ± 56,12	170,29 ^A ± 36,97	187,60 ^A ± 40,12	182,47 ^A ± 37,03	145,67 ^A ± 35,66
	M	94,07 ^B ± 12,74	123,00 ^B ± 17,07	110,00 ^B ± 13,01	119,00 ^B ± 21,56	113,64 ^B ± 23,85
	F e M	124,60 ^b ± 50,63	146,64 ^{ab} ± 36,35	158,50 ^a ± 48,88	150,73 ^{ab} ± 43,91	130,21 ^{ab} ± 33,86
Glicose (mg/dL ⁻¹)	F	250,40 ^A ± 16,33	248,60 ^A ± 28,16	256,53 ^A ± 19,21	238,80 ^A ± 16,11	248,67 ^A ± 19,08
	M	220,80 ^B ± 19,00	200,13 ^B ± 16,08	209,27 ^B ± 22,22	214,93 ^B ± 18,78	195,47 ^B ± 16,72
	F e M	235,60 ^a ± 23,02	224,37 ^a ± 33,40	232,90 ^a ± 31,53	226,87 ^a ± 21,05	222,07 ^a ± 32,29

Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na mesma coluna ou de minúsculas na mesma linha para o mesmo parâmetro avaliado diferem pelo teste de teste de Tukey (p<0.05).

F= Fêmeas M = Machos

374 Tabela 6 - Valores médios e desvio padrão das concentrações séricas de minerais e enzimas em machos e fêmeas da linhagem pesada de frango de corte na fase
375 de produção

PARÂMETRO	SEXO	IDADE (semanas)				
		28	36	44	52	60
Cálcio (mg/dL-1)	F	31,20A ± 7,91	27,94A ± 4,03	33,12A ± 2,98	31,96A ± 3,68	26,24A ± 3,87
	M	12,53B ± 1,43	10,70B ± 1,31	12,60B ± 0,85	14,40B ± 0,73	13,26B ± 5,95
	F e M	21,87a ± 11,02	19,32a ± 9,22	25,42 a ± 10,57	23,19 a ± 9,29	19,97 a ± 8,19
Fósforo (mg/dL-1)	F	9,46A ± 3,18	9,50A ± 1,75	9,87A ± 1,68	10,47A ± 1,81	8,01A ± 1,64
	M	4,88B ± 0,76	5,91B ± 0,67	4,16B ± 0,48	4,95B ± 0,52	4,48B ± 2,26
	F e M	7,17a ± 3,25	7,71a ± 2,23	7,28a ± 3,13	7,71a ± 3,10	6,31a ± 2,62
Relação Ca/P	F	3,39A ± 0,58	2,96A ± 0,25	3,44A ± 0,60	3,09A ± 0,34	3,33A ± 0,61
	M	2,61B ± 0,41	1,82B ± 0,24	3,07A ± 0,45	2,94A ± 0,29	2,70B ± 0,53
	F e M	3,00a ± 0,63	2,39b ± 0,62	3,30a ± 0,53	3,01a ± 0,32	3,19a ± 0,48
ALT (UI/L-1)	F	10,46A ± 4,45	10,73A ± 2,41	11,23A ± 3,65	9,80A ± 4,11	11,27A ± 2,02
	M	9,93A ± 1,16	9,36A ± 1,01	8,78A ± 2,73	10,60A ± 3,54	13,00A ± 3,14
	F e M	12,47a ± 11,85	9,96a ± 1,75	10,38a ± 3,41	10,20a ± 3,79	12,07a ± 2,70
AST (UI/L-1)	F	103,60B ± 32,07	203,64B ± 22,50	137,93A ± 34,43	206,67A ± 70,20	269,00A ± 27,96
	M	145,80A ± 35,50	278,64A ± 19,65	106,78A ± 31,53	85,07B ± 35,82	274,14A ± 23,63
	F e M	124,70c ± 39,57	241,14b ± 43,05	126,25c ± 33,24	145,87c ± 82,60	271,66 a ± 25,08
CK (UI/L-1)	F	3800,35B ± 1822,05	5312,25B ± 1650,80	5410,30A ± 1841,11	7388,99A ± 4738,20	4252,53A ± 1132,60
	M	6652,80A ± 3308,14	8758,88A ± 2299,59	6666,39A ± 3106,51	10087,43A ± 4285,64	6284,34A ± 3517,50
	F e M	5177,39b ± 2934,76	7035,56ab ± 2581,52	6152,54b ± 2496,47	8738,21a ± 4646,29	5233,40b ± 2707,83
GGT (UI/L-1)	F	19,67A ± 3,31	15,71A ± 3,29	30,33A ± 1,59	43,60A ± 25,23	62,60A ± 37,22
	M	20,40A ± 3,72	17,07A ± 9,36	34,22A ± 9,16	24,07B ± 3,13	30,64B ± 8,98
	F e M	20,03cd ± 3,48	16,39d ± 6,68	31,79bc ± 5,59	33,83b ± 20,27	47,17a ± 31,13
FAL (UI/L-1)	F	1017,27A ± 602,74	212,93B ± 78,32	261,67B ± 81,86	181,73B ± 38,69	642,14B ± 338,11
	M	1040,87A ± 671,57	937,29A ± 84,92	1198,11A ± 1144,14	551,13A ± 518,79	989,57A ± 484,73
	F e M	1029,07a ± 627,10	575,11bc ± 376,16	612,83bc ± 174,03	366,43c ± 407,37	815,86ab ± 432,20

Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na mesma coluna ou de minúsculas na mesma linha para o mesmo parâmetro avaliados diferem pelo teste de teste de Tukey ($p < 0.05$).

F= Fêmeas M = Machos

ANEXO



Universidade Federal de Uberlândia
Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação
Comissão de Ética na Utilização de Animais (CEUA)
Rua Ceará, S/N - Bloco 2T, sala 113 – CEP 38405-315
Campus Umuarama – Uberlândia/MG – Ramal (VoIP) 3423;
e-mail: ceua@propp.ufu.br; www.comissoes.propp.ufu.br

ANÁLISE FINAL Nº 017/16 DA COMISSÃO DE ÉTICA NA UTILIZAÇÃO DE ANIMAIS PARA O PROTOCOLO REGISTRO CEUA/UFU 004/16

Projeto Pesquisa: "Variações fisiológicas, influência das fases de criação no perfil bioquímico sérico em aves reprodutoras matrizes de corte da linhagem Cobb".

Pesquisador Responsável: Marcelo Sebastião Rezende.

O protocolo não apresenta problemas de ética nas condutas de pesquisa com animais nos limites da redação e da metodologia apresentadas. Ao final da pesquisa deverá encaminhar para a CEUA um relatório final.

SITUAÇÃO: PROTOCOLO DE PESQUISA APROVADO.

OBS: O CEUA/UFU LEMBRA QUE QUALQUER MUDANÇA NO PROTOCOLO DEVE SER INFORMADA IMEDIATAMENTE AO CEUA PARA FINS DE ANÁLISE E APROVAÇÃO DA MESMA.

Uberlândia, 15 de março de 2016.

Prof. Dr. César Augusto Garcia
Coordenador da CEUA/UFU