

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
CÂMPUS DE ILHA SOLTEIRA**

**Jéssica Pinoti Cavalhieri  
Médica Veterinária**

**BALANÇOS ELETROLÍTICOS NA DIETA DE POEDEIRAS EM SEGUNDO  
CICLO SOB ALTAS TEMPERATURAS**

Ilha Solteira  
2018

**Jéssica Pinoti Cavalhieri**

**BALANÇOS ELETROLÍTICOS NA DIETA DE POEDEIRAS EM SEGUNDO CICLO  
SOB ALTAS TEMPERATURAS**

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia – UNESP, Campus de Ilha Solteira, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia Animal. Produção animal.

**Profa. Dra. Rosemeire da Silva Filardi**  
**Orientadora**

**Ilha Solteira**

**2018**

FICHA CATALOGRÁFICA

Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

C376b Cavalhieri, Jéssica Pinoti.  
Balanços eletrolíticos na dieta de poedeiras em segundo ciclo sob altas temperaturas / Jéssica Pinoti Cavalhieri. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2018  
50 f.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia . Área de conhecimento: Produção Animal, 2018

Orientador: Rosemeire Da Siva Filardi  
Inclui bibliografia

1. Balanço eletrolítico. 2. Estresse calórico. 3. Parâmetros bioquímicos Sanguíneos. 4. Parâmetros hematológicos.

**CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**

**TÍTULO DA DISSERTAÇÃO:** BALANÇOS ELETROLÍTICOS NA DIETA DE POEDEIRAS EM SEGUNDO CICLO SOB ALTAS TEMPERATURAS.

**AUTORA:** JESSICA PINOTI CAVALHIERI

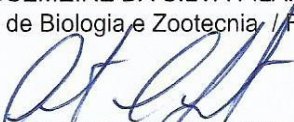
**ORIENTADORA:** ROSEMEIRE DA SILVA FILARDI

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em CIÊNCIA E TECNOLOGIA ANIMAL, área: PRODUÇÃO ANIMAL pela Comissão Examinadora:



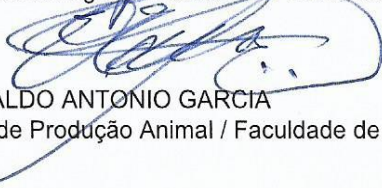
Profa. Dra. ROSEMEIRE DA SILVA FILARDI

Departamento de Biologia e Zootecnia / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira



Prof. Dr. ANTONIO CARLOS DE LAURENTIZ

Departamento de Biologia e Zootecnia / Faculdade de Engenharia - Câmpus de Ilha Solteira/Unesp



Prof. Dr. EDIVALDO ANTONIO GARCIA

Departamento de Produção Animal / Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia de Botucatu - Unesp

Ilha Solteira, 02 de março de 2018

## AGRADECIMENTOS

A Deus, que me permitiu o dom da vida, que sempre me deu o necessário para prosseguir, lutar e amadurecer.

Aos meu pais, Hélio e Luciane, pelo apoio e carinho, paciência e ensinamentos, é uma dádiva poder chamá-los de pai e mãe. Meu irmão e companheiro, Vitor, por todos os momentos que compartilhamos.

A minha avó, Maria, que mesmo desencarnada continua me auxiliando na vida de diversas maneiras. Ao meu avô, Sidney, que sempre está à disposição para me segurar a qualquer momento e que é um exemplo de pessoa para mim.

As minhas tias e tios, que de alguma forma sempre estiveram ao meu lado, em especial Tia Susan e Claudinha, que me acolheu em sua casa e que cuidaram de mim durante todo o período necessário para a conclusão dos meus estudos em Ilha Solteira, me proporcionando assim, um outro lar.

A Prof<sup>a</sup>. Dr.<sup>a</sup> Rosemeire da Silva Filardi, por todos os momentos de ensinamentos, ajuda com o que era novo de início, pelos conselhos, conversas paralelas e orientação durante a pós-graduação, e hoje, uma amiga muito querida e importante em minha vida.

O Prof. Dr. Antônio Carlos de Laurentiz, que me ajudou em vários momentos. Obrigada por estar sempre disposto a ensinar e auxiliar. E aos demais mestres e doutores, em especial Prof. Dra. Glaucia Amorim Faria e Prof. Dr. Edivaldo Antônio Garcia, por contribuírem e serem profissionais brilhantes, que nos inspiram cada vez mais através das adversidades. Aos funcionários, técnicos, muito obrigada pelo auxílio, por menor que tenha sido.

As velhas amizades, mas sempre presentes. As novas amizades que a Unesp me proporcionou, que já se tornaram antigas pela importância que tem para mim, obrigada por todos os momentos o carinho e companheirismo. Não caberia em um singelo papel a gratidão e amor que tenho por cada um de vocês: Vika, Amandinha, Pati, Cris, Elis, Ge, Mano Caio, Mari, Mano Jesus, Erica, Rose, Du, Laurão, Line, Gu!

“Pouco conhecimento faz com que as pessoas se sintam orgulhosas. Muito conhecimento, que se sintam humildes. É assim que as espigas sem grãos erguem desdenhosamente a cabeça para o céu, enquanto que as cheias as baixam para a terra, sua mãe.”

|Leonardo da Vinci|

## RESUMO

Em diversas regiões do Brasil, o desempenho das aves é afetado negativamente pelas variações climáticas. Altas temperaturas associadas a alta umidade relativa do ar determinam muitas alterações fisiológicas, dentre elas os distúrbios acidobásicos, diminuição no desempenho produtivo das aves e na qualidade externa dos ovos. Dentro desta problemática, o estudo avaliou os efeitos de níveis do balanço parcial de cátions-ânions na dieta ( $\text{Na}^+ + \text{K}^+ - \text{Cl}^-$ ), balanço eletrolítico (BE), sobre as respostas produtivas, qualidade dos ovos, hemograma e parâmetros bioquímicos de poedeiras comerciais em segundo ciclo de produção, mantidas em condições de altas temperaturas e umidade. Cento e vinte e oito poedeiras comerciais em segundo ciclo produtivo, com 122 semanas de idade, foram distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado em esquema de parcelas subdivididas, onde ciclo foi considerado como apenas uma medida repetida no tempo, composto por quatro balanços eletrolíticos (170, 220, 270, 320 mEq.kg<sup>-1</sup>), quatro repetições de oito aves cada em quatro ciclos de 14 dias, perfazendo um total de 56 dias de experimento. Ao final do experimento foram obtidas amostras sanguíneas de duas aves por parcela para determinar o hemograma e parâmetros bioquímicos sanguíneos. Os BE influenciaram o consumo de ração ( $P < 0,01$ ), a produção ( $P < 0,05$ ) e massa de ovos ( $P < 0,01$ ), tendo comportamento quadrático para essas variáveis. Considerando-se o comportamento da produção e da massa de ovos o valor médio de balanço eletrolítico 265,24 mEq.kg<sup>-1</sup> proporcionou melhor resultado. Dentro dos intervalos dos balanços eletrolíticos avaliados não foram detectadas diferenças na qualidade externa dos ovos. Os resultados sanguíneos e bioquímicos não permitiram a indicação de balanço eletrolítico que possa favorecer uma melhor resposta das aves às condições de altas temperaturas e umidade.

**Palavras-chave:** Equilíbrio eletrolítico. Estresse calórico. Parâmetros bioquímicos. Parâmetros hematológicos.

## ABSTRACT

In several regions of Brazil, the performance of laying hens is affecting negatively by climatic variations. High temperatures and relative humidity determine many physiological changes, among them the acid-base disturbances, decrease in the productive performance of the laying hens and the external quality of the eggs. In this problem, the study evaluated the effects of partial levels of cation-anions in the diet ( $\text{Na}^+ + \text{K}^+ - \text{Cl}^-$ ), electrolytic balance (BE), on productive responses, egg quality, hemogram and biochemical parameters of laying hens in the second production cycle maintained under high temperature and humidity conditions. One hundred and twenty-eight commercial laying hens in the second productive cycle, at 122 weeks of age, were distributed in a completely randomized design in subdivided plots scheme, where cycle was considered as only one measure repeated in time, composed of four electrolytic balances (170 , 220, 270, 320  $\text{mEq.kg}^{-1}$ ), four replicates of eight laying hens each in four cycles of 14 days, making a total of 56 days of experiment. At the end of the experiment blood samples of two laying hens were obtained per plot to determine the hemogram and blood biochemical parameters. The BE influenced feed intake ( $P < 0.01$ ), production ( $P < 0.05$ ) and egg mass ( $P < 0.01$ ), with quadratic behavior for these variables. Considering the production behavior and egg mass, the mean electrolytic balance value 265.24  $\text{mEq.kg}^{-1}$  provided the best result. Within the ranges of the electrolytic balance, no differences were detected in the external quality of the eggs. The blood and biochemical results did not allow the indication of electrolyte balance that could favor a better response of the laying hens to the conditions of high temperatures and relative humidity.

**Keywords:** Electrolyte balance. Heat stress. Biochemical parameters. Hematological parameters.



## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b>	- Valores médios por ciclo de temperatura e umidade, mínimo, máximo e médio e do índice de temperatura e umidade (ITU).....	25
<b>Tabela 2</b>	- Composição percentual e calculada das rações experimentais com diferentes balanços eletrolíticos.....	27
<b>Tabela 3</b>	- Custo (R\$.kg-1) dos ingredientes utilizados para a formulação das rações.....	30
<b>Tabela 4</b>	- Médias, resumo da análise de variância e regressão polinomial para as variáveis de desempenho produtivo e qualidade externa do ovo.....	32
<b>Tabela 5</b>	- Médias, resumo da análise de variância e regressão polinomial dos parâmetros hematológicos de poedeiras.....	37
<b>Tabela 6</b>	- Médias, resumo da análise de variância e regressão polinomial dos parâmetros bioquímicos.....	38
<b>Tabela 7</b>	- Médias e resumo da análise de variância para a análise econômica.....	40

## LISTA DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1</b> - Comportamento do consumo de ração (g/dia).....	33
<b>Gráfico 2</b> - Comportamento da taxa de postura (%)......	35
<b>Gráfico 3</b> - Comportamento da massa média dos ovos (g)......	36
<b>Gráfico 4</b> - Comportamento da relação albumina/globulina.....	39

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>10</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>12</b>
2.1	SITUAÇÃO DA AVICULTURA DE POSTURA.....	12
2.2	FISIOLOGIA DO ESTRESSE AVIÁRIO.....	14
2.3	HEMATOLOGIA AVIÁRIA.....	16
2.4	BIOQUÍMICO SANGUÍNEO.....	19
2.5	EQUILÍBRIO ELETROLÍTICO.....	21
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>24</b>
3.1	INTALAÇÃO, AVE E MANEJO.....	24
3.2	DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	25
3.3	RAÇÕES EXPERIMENTAIS.....	26
3.4	PARÂMETROS AVALIADOS.....	28
3.4.1	<b>Desempenho das aves e qualidade externa dos ovos.....</b>	<b>28</b>
3.4.2	<b>Parâmetros hematológicos.....</b>	<b>29</b>
3.4.3	<b>Perfil bioquímico sanguíneo.....</b>	<b>30</b>
3.4.4	<b>Análise econômica.....</b>	<b>30</b>
3.4.5	<b>Análise estatística dos dados coletados.....</b>	<b>31</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>32</b>
4.1	DESEMPENHO E QUALIDADE EXTERNA DOS OVOS.....	32
4.2	PARÂMETROS HEMATOLÓGICOS.....	36
4.3	PERFIL BIOQUÍMICO SANGUÍNEO.....	38
4.4	ANÁLISE ECONÔMICA.....	40
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>41</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b>	

## 1 INTRODUÇÃO

Na produção de ovos o Brasil se encontra entre os 10 maiores produtores mundiais, e segundo dados fornecidos pela Associação Brasileira de Proteína Animal - ABPA (2017), o país ocupa o 8º lugar no *ranking* mundial. No ano de 2013, a produção brasileira de ovos totalizou 34,12 bilhões, aumentando significativamente até o ano de 2016, atingindo a média de 39,5 bilhões de ovos. Entre o destino da produção nacional de ovos, 99% é destinado ao mercado consumidor interno, o que supre a demanda populacional, e apenas 1% é exportado.

Considerado um dos alimentos mais completos da alimentação humana, o ovo de galinha, contém elevado valor biológico, o que quer dizer que, é um importante aliado à nutrição de qualidade, pois possui nutrientes, como aminoácidos, proteínas e minerais, essenciais na alimentação.

A casca é considerada a embalagem natural do ovo, sendo o principal contribuinte na conservação das características nutricionais, e responsável pela manutenção da qualidade interna. É constituída por aproximadamente 39% em massa de cálcio (Ca), e sua absorção pode ser influenciada por níveis de vitamina D, fósforo, proteína e energia, pH intestinal, dentre outros (JUDICE et al., 2002). Sendo assim, diversos fatores externos e internos podem afetar a qualidade da casca, como: genética, fase do ciclo de produção, problemas de saúde no plantel, práticas inadequadas de manejo geral e nutricional e condições ambientais.

Com o crescente aumento do consumo mundial de produtos advindos da produção animal, cada vez mais tem-se buscado maneiras de intensificar a produtividade. Com a alta produção, surgem questões importantes relacionadas à saúde animal e bem-estar, para assim, diminuir a mortalidade na produção evitando também grandes perdas econômicas.

No Brasil há diversas regiões onde o desempenho das aves é afetado pelas variações climáticas no decorrer do ano, principalmente em regiões onde o verão é marcado por altas temperaturas e alta umidade relativa. Essa caracterização climática se encontra fora da zona de termoneutralidade estabelecida para poedeiras adultas, cujos valores de temperatura e umidade relativa ficam entre 20 e 24°C e 35 e 45%, respectivamente (MUTAF; KAHRAMAN; FIRAT, 2008).

Temperatura ambiente elevada em associação a alta umidade relativa influencia negativamente o desempenho das aves, principalmente quando a movimentação do ar é limitada (DONKOH; ATUAHENSE, 1988), estabelecendo-se assim uma situação de estresse calórico, a qual determina redução na sobrevivência, no consumo alimentar, na produção de ovos, na qualidade da casca e no peso do ovo (LI et al., 2002), além de determinar alterações fisiológicas, como alterações hormonais e alterações no sistema de defesa (KHAJAVI et al., 2003; MUJAHID et al., 2007).

Desde a década de 60, tem-se avaliado os efeitos da dieta das aves e a ação de seus ingredientes sobre a manutenção do pH sanguíneo, tanto com relação às modificações dos parâmetros zootécnicos quanto às mudanças fisiológicas que ocorrem nas aves. Mongin (1968), foi o primeiro a propor o uso de um balanço parcial de cátions-ânions na dieta, expresso como miliequivalentes (mEq) de sódio mais potássio menos cloro ( $\text{Na}^+ + \text{K}^+ - \text{Cl}^-$ ), como um método que afetaria favoravelmente o balanço ácido/base do sangue.

O desequilíbrio ácido-base, dentre eles a alcalose sanguínea, interfere no desempenho produtivo das aves, diminuindo o consumo de alimentos, conversão alimentar, taxa de crescimento e deposição de ovos. As aves submetidas ao estresse e altas temperaturas apresentam aumento da frequência respiratória, resultando em aumento do pH sanguíneo devido à queda nos níveis sanguíneos de  $\text{HCO}_3^-$  e  $\text{CO}_2$  circulante. A alcalose respiratória é um fator de estresse e promove aumento nos níveis sanguíneos de corticosterona, além do balanço negativo de potássio e sódio (BELAY et al., 1980; BOWEN; WASHBURN, 1985).

O balanço eletrolítico da ração pode ser calculado, segundo os níveis totais de Na, K e Cl dos ingredientes da ração, pela fórmula simplificada  $[\text{Na}^+] + [\text{K}^+] - [\text{Cl}^-]$  (MONGIN, 1981). O balanço alimentar referente ao sódio, potássio e cloro pode ser uma ferramenta para diminuir os efeitos negativos da alcalose respiratória.

Neste contexto, o presente estudo teve como objetivo, avaliar as respostas produtivas e hematológicas e o perfil bioquímico sanguíneo de poedeiras comerciais em segundo ciclo de produção, mantidas em condições de altas temperaturas, utilizando a manipulação de eletrólitos na dieta sob diferentes valores de balanço eletrolítico (BE) na formulação.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 SITUAÇÃO DA AVICULTURA DE POSTURA

Na produção avícola industrial, segundo a ABPA (2017), o Brasil se destaca mundialmente como o maior exportador de carne de frango do mundo e o segundo maior produtor desta proteína. O Brasil também tem se destacado na produção de ovos, atingindo cerca de 39,5 bilhões de unidades, com recorde de crescimento de 6,1% comparados ao ano de 2015 (ABPA, 2017). O estado de São Paulo (33,09%) é o estado que mais produz ovos no Brasil, seguido de Minas Gerais (11,31%) e Espírito Santo (10,17%). Dos ovos destinados à exportação, cerca de 84% é in natura e 16% industrializado, e o consumo per capita por habitante/ano é de 190 unidades.

Com o crescente aumento do consumo mundial de produtos advindos da produção animal, cada vez mais tem-se buscado maneiras de intensificar a produtividade visando o bem-estar animal.

No ano de 1999, em 19 de julho, a União Europeia (EU) criara um novo conceito de gaiolas enriquecidas, a Council Directive EC/74/1999, a principal norma relacionada ao bem-estar animal para poedeiras que previa que o uso de gaiolas para a criação de poedeiras seria proibida a partir de 10 de janeiro do ano de 2012, onde as gaiolas deveriam ser substituídas por enriquecidas com característica como um poleiro e um ninho ou sistemas alternativos como “free range” e “cage free” (OFFICIAL JOURNAL OF EUROPEAN COMMUNITIES, 1999).

No Brasil são dois protocolos que foram elaborados para que o bem-estar das poedeiras fosse assegurado, um realizado pela ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL (ABPA, 2008), nomeado de Protocolo de Boas Práticas de Produção de Ovos, e o desenvolvido pela Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias - EMBRAPA (2006), nomeado de Boas Práticas de Produção na Postura Comercial.

O sistema de criação predominante no Brasil é o de uso de galpões abertos que, conseqüentemente, não possuem controle de ambiente, deixando as aves mais susceptíveis a condições de desconforto térmico, principalmente por calor. Este tipo de criação é mais utilizado nas pequenas e médias cadeias produtivas, já os

grandes produtores realizam as adequações dos galpões climatizando-os e automatizando suas instalações (DONATO et al., 2009).

Não é difícil compreender a razão pela qual ainda existem tantos galpões abertos no país, sendo a principal, o elevado custo para otimizar e adequar um ambiente a um sistema automatizado. Porém, deve-se ter em mente as grandes perdas na produção e no bem-estar das aves quando não ocorre o devido controle da temperatura no galpão.

É de suma importância que se preconize e assegure que o ar externo possa fluir facilmente no galpão com ventilação primordialmente natural (CZARICK; FAIRCHILD, 2008).

Neste contexto, ambiência é caracterizada como o estudo do ambiente e sua interferência direta e indireta na fisiologia e no desempenho dos animais. Sendo assim é primordial, no sistema de produção, adequar o tipo de instalação e as técnicas de manejos que serão adotadas para amenizar e minimizar os efeitos negativos do estresse térmico e tentar atuar positivamente na manutenção da homeostase das aves (TAKAHASHI et al., 2009). Essa adequação é de grande importância no Brasil, onde apesar das variações climáticas no país, o clima é predominantemente quente e em algumas regiões temperaturas elevadas são registradas durante quase todo o ano.

Em uma reportagem veiculada pela revista eletrônica “A hora do ovo”, em novembro de 2012 e depois em janeiro de 2015, na Região de Bastos-SP as altas temperaturas registradas causaram grande mortalidade de aves e queda na taxa de postura, ocasionando queda de produção de ovos e aumento do custo deste produto. Na região de Bastos, onde se concentra a maior produção de ovos no país, grande parte das perdas na produção está relacionada aos produtores mais antigos, que possuem instalações abertas e poucas alternativas para diminuir a temperatura interna dos galpões, as quais chegaram a 43°C, muito além do suportado pelas aves.

Com o aumento da temperatura ambiente, entre 5 a 10°C acima da termoneutralidade, ocorre o quadro de hipertermia, modificação na temperatura cerebral, diminuição da distribuição de oxigênio, exaustão física pela falta de enzimas que atuam nas funções vitais, inibição das respostas imunes e mortalidade (DE BASILIO et al., 2001; MASHALY et al., 2004; ROBERTSHAW, 2006; ABREU; ABREU, 2013).

Além do fator ambiental, a homeostase da ave também pode ser afetada pela produção de calor interna gerada pela alimentação, ou seja, a ingestão e o metabolismo do alimento têm um efeito termogênico. Desta forma a redução do consumo de alimentos como meio de diminuir os substratos metabólicos ou combustíveis disponíveis para o metabolismo, funcionando como um meio de reduzir a produção de calor (BELAY; TEETER, 1993). Essa produção de calor da energia da dieta é proveniente da energia metabolizável dos alimentos (SAKAMOURA; ROSTAGNO, 2007).

Na termoneutralidade, a variação da ingestão de ração da ave está relacionada com a idade e a produção de ovos, mas a cada 1°C de elevação na temperatura ambiente, ocorre redução de 1,5% no consumo do alimento (FURLAN; MACARI, 2002; LEESON; SUMMERS, 2008).

A adição de óleos e gorduras para aumentar a energia da dieta contribui para diminuir a produção de calor (DAGHIR, 2008; LEESON; SUMMERS, 2008).

Pode-se também fazer a redução de proteína bruta e a adição de aminoácidos sintéticos. Isto pelo fato da proteína ser o nutriente que mais utiliza de energia para ser catabolizada, e quando digerida, o calor gerado atrelado ao estresse calórico, pode ser prejudicial às aves (LEESON; SUMMERS, 2008).

O balanço alimentar referente ao sódio, potássio e cloro pode ser uma ferramenta para diminuir os efeitos negativos do estresse térmico. O balanço eletrolítico da ração pode ser calculado, segundo os níveis totais de Na, K e Cl dos ingredientes da ração, pela fórmula simplificada  $[Na^+] + [K^+] - [Cl^-]$  (MONGIN, 1981).

## 2.2 FISIOLOGIA DO ESTRESSE TÉRMICO EM AVES

Assim como os mamíferos, as aves possuem um centro termorregulador localizado em seu hipotálamo. Esse centro exerce a capacidade de controlar a temperatura corporal desencadeada por mecanismos fisiológicos e respostas comportamentais. Em aves, o principal fator para a regularização da temperatura corporal ideal é a produção ou a liberação de calor (MACARI et al., 1994).

A temperatura é quase que constante em tecidos profundos, já a temperatura superficial, ou cutânea, sofre variações dependentes da temperatura ambiente (GUITON; HALL, 1997).



Para que a manutenção da temperatura interna da ave seja constante, a ave precisa dissipar todo o calor em excesso do organismo. Porém, quando os processos de eliminação de calor não são suficientes aos altos níveis de calor que a ave produziu, há um grande aumento da temperatura corporal, e quando certo grau de temperatura é atingido a ave morre prostrada (CURTIS, 1983).

Ave em homeostase, significa que ela está em conforto térmico e que não há perda ou produção de calor, e assim a energia metabolizada pode ser melhor direcionada aos processos produtivos por ter menor gasto de energia na manutenção fisiológica, melhorando assim o seu desempenho (TAKAHASHI et al., 2009).

Existem duas formas em que as aves fazem a troca de calor, a perda de calor sensível (não evaporativo) e a latente (evaporativo). Trocas sensíveis são as perdas de calor por condução, convecção e radiação, as quais dependem da diferença entre a temperatura ambiente e a da ave. A perda de calor sensível será mais eficiente quando essa diferença de temperatura for maior (MACARI; FURLAN, 2001).

Quando ocorre a exposição a intensas ondas de calor, uma das respostas fisiológicas compensatórias reproduzidas pelas aves é a vasodilatação periférica, o que gera uma perda de calor não evaporativo. A ave consegue aumentar a área estrutural superficial mantendo as asas bem abertas e afastadas do corpo, penas eriçadas e aumentando a capacidade da circulação sanguínea periférica, como tentativa de dissipar o calor. Outra forma de perda de calor não evaporativo é o aumento no consumo de água fresca, e conseqüentemente, maior excreção de urina (BORGES; SILVA; MAIORKA, 2003).

A perda de calor latente ocorre pela evaporação da água, o que gera perda de água no organismo. Essa perda de calor acarreta em perda de massa, pois a água é recurso de suma importância para todos os processos bioquímicos. Esses ajustes acontecem através do epitélio ou pela área superficial do epitélio (HOFFMAN; WALSBURG; DENARDO, 2007). O que é mais facilmente explicado pelo fato da ave aumentar sua frequência respiratória quando expostas a intenso calor.

O aumento na frequência respiratória ocasiona um desequilíbrio no pH sanguíneo. Isso ocorre porque a concentração de dióxido de carbono circulante é reduzida, e conseqüentemente, diminui a pressão parcial de CO<sub>2</sub>, ácido carbônico e

hidrogênio ( $H^+$ ). Essa alteração gera aumento da excreção do íon bicarbonato e diminuição da excreção de hidrogênio pelos rins, com o intuito de restaurar o equilíbrio ácido-base da ave. Quando o equilíbrio ácido-base não é reestabelecido, tem-se o aumento do pH sanguíneo, desencadeando a alcalose respiratória, distúrbio metabólico que interfere nos índices produtivos das aves, podendo levá-las à morte (BORGES, 2001; BORGES; SILVA; MAIORKA, 2003).

Segundo relatado por Furlan et al. (2002), em poedeiras a alcalose respiratória gera desequilíbrio mineral e eletrolítico, que ocorre pela diminuição da quantidade de cálcio circulante no sangue, em forma ionizável ou livre, este, que seria depositado na casca do ovo, impedindo assim sua devida formação.

A alcalose respiratória gera alterações não só nas porcentagens de postura e peso dos ovos, mas também na qualidade da casca. O aumento do pH sanguíneo dificulta o processo de deposição do carbonato de cálcio na superfície do ovo, resultando em ovos com cascas mais finas, suscetíveis a trincas e com menor tempo de prateleira (MACARI et al., 2004).

Outra importante alteração desencadeada pelo estresse calórico em aves é a elevação dos níveis de cortisol circulante, que podem desencadear acúmulo de gordura na região abdominal, problemas cardiovasculares, infarto do miocárdio, diabetes Tipo 2, redução da função do sistema imune, cognição deficiente dentre outros fatores (LUNDBERG, 2005).

Os maiores problemas que muitos avicultores têm enfrentado estão relacionados a fatores que ocorrem durante os meses mais quentes do ano, principalmente em regiões tropicais e subtropicais, onde as condições de termoneutralidade para aves, como indicado por Mutaf, Kahraman e Firat (2008), de 20 e 24° C e de 35 e 45% de umidade relativa, ficam além do desejável.

A resistência da ave ao calor diminui à medida em que ela se desenvolve, isso tem ocasionado o crescente interesse por práticas ambientais e nutricionais, além da criação e utilização de tecnologias inovadoras que possam amenizar os efeitos estressores e promover assim o bem-estar (MENEGALI et al., 2009).

### 2.3 HEMATOLOGIA AVIÁRIA

O objetivo da hematologia é auxiliar no diagnóstico de doenças e viabilizar o tratamento de doenças com definição de linhas de ação e orientação no prognóstico. A aplicação mais usual é a utilização da hematologia no monitoramento da saúde em geral do animal, avaliando a linha de defesa contra agentes infecciosos e a capacidade de transporte de oxigênio (VOIGT, 2003). Ainda de acordo com Voigt (2003), o sangue é essencial para o controle da temperatura corporal, para o funcionamento dos mecanismos de defesa, que é o sistema imunológico, e na manutenção eletrolítica e equilíbrio hídrico.

A quantidade de sangue que é coletado em aves saudáveis, é o que equivale a cerca de 1 a 3% do peso vivo, variável de acordo com o estado de saúde da ave, e os locais mais usuais para a coleta do sangue são veia jugular direita, seio venoso-occipital, punção cardíaca, veia metatársica medial e veia ulnar ou veia da asa (LEWANDOSWSKI et al., 1986; FUDGE, 2000).

A hematologia aviária se constitui em uma importante ferramenta para alterações fisiológicas na avicultura. Ela permite a avaliação quantitativa e qualitativa das células. As principais células sanguíneas encontradas nas aves são os eritrócitos, trombócitos e leucócitos. Dentro das sequências trombocitárias e leucocitárias, são encontrados os granulócitos (heterófilos, eosinófilos e basófilos), linfócitos e monócitos (CAMPBELL, 1994; CAPITELLI; CROSTA, 2013).

Como nas aves todos esses elementos sanguíneos são nucleados, a contagem pelo método de impedância (automatizado), como realizada em sangue de mamíferos, se torna inviável (FUDGE, 1997). Desta forma o método de Natt e Herrick (1952) ainda é bastante utilizado para contagem manual, sendo um método de contagem independente de anticoagulantes e a estimativa indireta é baseada no esfregaço sanguíneo.

No hemograma de aves faz-se a contagem total de eritrócitos (erit) e de leucócitos (leuc) simultaneamente em hemocítmetro de Neubauer; a determinação do hematócrito (hct) pela técnica do micro hematócrito e a dosagem da concentração de hemoglobina. Para a contagem diferencial de leucócitos são preparados esfregaços sanguíneos corados com corante hematológico de Romanowsky, Wright ou Wright Leishman (ZINKL, 1986). Nesta contagem são

diferenciados os heterófilos (het), linfócitos (linf), eosinófilos (eosi), monócitos (mono) e basófilos.

Graças a facilidade de adaptação das aves a diversos ambientes, é comum que se encontrem diferentes características relacionadas a hematologia e morfologia celular entre espécies (CARDOSO, 2003). Contudo, não há descrição precisa das características hematológicas específicas das diferentes espécies de aves (CLARCK; RAIDAL, 2009). Outro fator que também precisa ser considerado é que as alterações quantitativas e morfológicas das células sanguíneas ocorrem em resposta a diversos fatores, como enfermidades, níveis nutricionais, estresse calórico e interações entre esses fatores.

Para que o hematócrito de uma ave seja considerado normal, ele deve estar na faixa de 35 e 55%, sendo valores menores que 35% indicativo de uma ave anêmica, enquanto valores superiores a 55% podem sugerir desidratação ou policitemia (BOUNOUS; STEDMAN, 2000). Sexo e idade também são fatores que podem gerar alguma alteração nos valores do hematócrito (SCHMIDT et al., 2007).

A concentração de hemoglobina é importante na determinação da capacidade de oxigenação tissular circulante nos seres vivos, uma vez que, é a principal responsável pelo transporte de CO<sub>2</sub> até os alvéolos pulmonares, o que regula a entrada de oxigênio nas células e o controle do pH sanguíneo (NORIEGA, 2000). O valor médio da taxa de hemoglobina em aves é de 9 g/dL, podendo variar de 7,0 a 13,0 g/dL (BOUNOUS; STEDMAN, 2000).

A contagem total de eritrócitos e leucócitos permite análise mais precisa da presença ou ausência de anemia, assim como, observação com mais precisão da natureza de alguma alteração, podendo ser infecciosa bacteriana ou viral ou apenas para estudar o estado geral imune de um animal (NORIEGA, 2000). Mudanças no leucograma têm sido propostas como melhores indicadores de estresse crônico quando comparado por exemplo às dosagens de corticosterona. A sequência branca do sangue propõe uma resposta rápida, dinâmica e de longa duração (CİRULE et al., 2012).

O número de leucócitos totais e a morfologia destas células são estáveis no animal sadio, mas podem variar de acordo com a idade e o sexo das aves. O leucograma pode sofrer alterações drásticas nas doenças, permitindo acessar a resposta imunológica dos animais (SCHMIDT et al., 2006; SCHMIDT et al., 2007).

Entre as células granulocíticas em aves, o heterófilo é o granulócito mais comum e desempenha função semelhante ao neutrófilo em mamíferos, isto é, atua como primeira linha de defesa do organismo, proliferando na circulação sanguínea em resposta a infecções, inflamações e ao estresse. Já os linfócitos são leucócitos não granulados que constituem o sistema imunológico do organismo, envolvidos em uma variedade de funções como o reconhecimento e a destruição de diferentes agentes patogênicos (MAXWELL, 1993).

Bounous e Stedman (2000) relatam para galinhas uma variação de 12.000 a 30.000 linfócitos/ $\mu\text{L}$  e uma concentração de heterofilos de 3.000 a 6.000.heterófilos/ $\mu\text{L}$ , afirmando ainda que o heterofilo é a segunda célula mais numerosa. Os eosinófilos estão entre 150 a 2.000 células/ $\mu\text{L}$  e os eosinófilos podem ter uma concentração de até 1.000 células/ $\mu\text{L}$  (BOUNOUS; STEDMAN; 2000).

Os linfócitos são importantes nas aves pois são produtores essenciais de anticorpos e atuam na imunidade celular do organismo, não diferindo dos linfócitos dos mamíferos (JAIN, 1993).

As relações entre os leucócitos granulocíticos e agranulocíticos e entre heterófilos e linfócitos (H/L) passaram a ser consideradas em estudos na avicultura após a constatação de aumento no número de heterófilos (heterofilia) e diminuição no número de linfócitos (linfopenia) em aves submetidas a estímulos estressores (GROSS; SIEGEL, 1983). Normalmente a relação heterófilo/linfócito atinge cerca de 1:2, podendo aumentar na presença de estresse, isso pelo aumento de heterófilos na corrente sanguínea (MACARI; LUQUETTI, 2002), essa relação passou a ser utilizada para monitorar a função imunológica e para acessar o bem-estar das aves.

## 2.4 BIOQUÍMICA SANGUÍNEA

Nas aves os métodos de coleta, conservação e armazenamento de amostras sanguíneas ganha importância devido ao pequeno volume de amostra que é obtido em diversas espécies, o que também é fator limitante quando faz-se necessário a repetição de certos testes. Na maioria das vezes deve-se priorizar alguns testes, pois em muitas ocasiões existe a impossibilidade em realizar o completo painel/perfil bioquímico (CRAY; ZAIAS, 2004).

Outro ponto que deve ser levado em consideração na hora do manuseio da amostra, é que em pequenas quantidades de sangue tem-se a necessidade de pipeta para transferência das amostras e centrífuga com capacidade de processamento para tubos menores (CRAY; ZAIAS, 2004), além de materiais de colheita especiais, como tubos pediátricos para colheita de sangue (HARR, 2002).

Há duas maneiras em que os testes bioquímicos podem ser realizados, utilizando o soro sanguíneo (amostra de sangue coagulada) ou plasma (amostra de sangue com anticoagulante). Ao utilizar-se o plasma, a principal vantagem é que permite obter maiores volumes de amostra sem risco de coagulação do sobrenadante (LUMEIJ, 2008). Não são recomendados testes enzimáticos com a utilização do soro, isso porque durante o processo de coagulação sanguínea há a liberação de enzimas eritrocitárias que podem gerar alterações nos resultados (EVANS, 1996).

O uso do anticoagulante EDTA para a obtenção do plasma não é recomendado, pois ele inativa muitos dos testes bioquímicos (CRAY; ZAISS, 2004). Em aves, recomenda-se o uso de heparina lítica (CAPITELLI; CROSTA, 2013).

Apesar das diferenças quantitativas, a regulação metabólica da glicose nas aves é similar, ou próxima, a dos mamíferos. Enquanto a concentração de glicose em aves pode variar de 130 a 270 mg/dL, em vacas, por exemplo, é de 40 a 80 mg/dL (SWENSON; O'REECE, 1996). Há ainda alguns autores que relatam que o nível de glicose, em aves saudáveis, pode variar de 200 a 500 mg/dL, e que ainda, em ritmo circadiano, pode chegar a 800 mg/dL em algumas espécies (SCHMIDT et al., 2007).

Diversas alterações fisiológicas podem alterar as concentrações de glicose. Animais jovens apresentam elevados valores quando comparados aos adultos. Situações estressantes também elevam as concentrações de glicose. Os processos relacionados a muda nas aves também causam elevação nas concentrações de glicose, além de elevarem as concentrações de proteínas totais (DRIVER, 1981; HOCHLEITHNER, 1994).

Assim como nos mamíferos, o metabolismo da glicose nas aves também é realizado pelo glucagon e pela insulina (LUMEIJ, 1997), sendo o glucagon plasmático nas aves cerca de 10 a 50 vezes maior (KANEKO et al., 1997; LUMEIJ, 1997).

Observa-se hipoglicemia, quando as concentrações de glicose decaem para menos de 200 mg/dL, o que pode ser gerado por jejum prolongado e distúrbios endócrinos (CAMPBELL, 2004). Já a hiperglicemia é observada quando há altos níveis de glicocorticoides exógenos ou endógenos quando se tem situações de excitação, esforço, estresse ou temperaturas extremas (CAPITELLI; CROSTA, 2013). A situação de hiperglicemia ocorre quando os teores de glicose estão acima de 500 mg/dL, podendo também ocorrer por diabetes mellitus ocasionado por excesso de glucagon (LUMEIJ, 1997; CAMPBELL, 2004).

As proteínas plasmáticas totais estão agrupadas em duas extensas categorias, albumina e globulinas, que desempenham importantes papéis cuja relação está diretamente relacionada à manutenção da pressão osmótica do plasma, imunidade, ligação e transporte de substâncias (hormônios, ácidos graxos), regularização de enzimas e ação tampão (SWENSON; O'REECE, 1996; BOETTCHER, 2004). Idade, manejo, presença de doenças e sazonalidade são considerados os principais fatores que afetam as concentrações de proteínas totais (LUMEJI, 1997).

Quando comparada aos mamíferos, as concentrações das proteínas plasmáticas totais nas aves são menores, variando de 2,5 a 4,5 g/dL. A albumina, totalmente produzida no fígado, representa de 40 a 50% da proteína plasmática total das aves (em situações normais varia de 0,8 a 2,0 g/dL), sendo responsável pelo transporte de ânions, cátions, ácidos graxos e hormônios (KANEKO et al., 1997).

Considerado um fator clinicamente ainda mais relevante, que as proteínas totais isoladamente (HOCHLEITHNER, 1994), a razão albumina/globulinas (A/G) sofre alterações durante a postura, uma vez que a ação dos estrógenos incita o aumento das proteínas durante a formação do ovo, onde na sua maioria, se encontra na fração das globulinas. Apesar do singelo aumento de albumina também durante a postura, a relação A/G sofre diminuição no processo de formação do ovo, e isso sem ter nenhum indicativo de doença (HARR, 2002; CAPITELLI; CROSTA, 2013).

Pode ocorrer o aumento das proteínas durante o período de postura pela constante quantidade que é mobilizada e armazenada no albúmen e gema do ovo, sendo considerado um aumento fisiológico (BURKE, 1996; SWENSON; O'REECE, 1996). Os valores de referência para poedeiras relatados por Lumeij (1990), Kaneko

et al. (1997) e Lumeij (1997), para albumina, globulina e relação albumina/globulina são, respectivamente, 16-20 g/L, 23-33 g/L e 0,6 g/L.

## 2.5 EQUILÍBRIO ELETROLÍTICO

A distribuição dos diferentes ânions e cátions intracelulares e extracelulares é semelhante entre aves e mamíferos, mas em aves existem algumas particularidades (HARR, 2002).

A classificação dos minerais está relacionada de acordo com as concentrações destes elementos nos tecidos, podendo ser macro minerais e micro minerais (BERTECHINI, 2006). Deficiência de minerais nas poedeiras é uma das limitações nutricionais mais significativas, considerando que as matérias primas utilizadas na ração normalmente não são suficientes para atender as exigências das aves (VEIGA; CARDOSO, 2005).

Mongin (1981) classifica o cloro (CL), o potássio (K) e o sódio (Na) como elementos essenciais na manutenção de todo o equilíbrio ácido-básico e da pressão osmótica de líquidos corpóreos em aves. Atribui-se tal característica a esses minerais, pois os mesmos pertencem ao grupo de substâncias que quando dissociadas formam íons, que através de interação eletrostática estabelecem ligação iônica com outras espécies químicas eletricamente carregadas.

Tais minerais são escolhidos a partir da importância que desempenham no metabolismo, através da participação no balanço osmótico e ácido-básico e na integridade dos mecanismos que mantêm o transporte através das membranas celulares (JUDICE et al., 2002).

Esses eletrólitos são responsáveis pela boa manutenção do balanço iônico e da água corporal, portanto, a concentração ideal de sódio, cloro e potássio não pode ser determinada de forma independente devido às interações entre os íons na dieta e posteriormente no metabolismo das aves (COHEN et al., 1972; JUNQUEIRA et al., 1984; NOBAKHT et al., 2006). Os níveis de  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  do plasma diminuem e os de  $\text{Cl}^-$  se elevam na proporção em que a temperatura do ambiente aumenta (BORGES et al., 1999).

O balanço eletrolítico da ração pode ser calculado, segundo os níveis totais de Na, K e Cl dos ingredientes da ração, pela fórmula simplificada  $[\text{Na}^+] + [\text{K}^+] - [\text{Cl}^-]$



(MONGIN, 1981), sendo expresso em  $\text{mEq.kg}^{-1}$  da dieta. Os valores mais usuais utilizados nas rações para aves oscilam entre 160 e 200 expressos em miliequivalentes. $\text{kg}^{-1}$  de peso ( $\text{mEq.kg}^{-1}$ ), o que caracteriza que valores inferiores ou superiores indicam alcalose ou acidose metabólica potencial, e influenciam diretamente na formação e resistência da casca do ovo.

A alta concentração de ânions na dieta (baixo  $\text{mEq}$ ) abaixa o pH sanguíneo e piora a qualidade da casca, enquanto a concentração de cátions tem efeito contrário ao anterior (NOBAKHT et al., 2006; NOBAKHT et al., 2007).

A definição dos valores mais apropriados de balanço eletrolítico de acordo com a fase de criação é fundamental para uma adequada formulação (BORGATTI et al., 2004). Uma das grandes preocupações dos nutricionistas é manter o exato equilíbrio na dieta, com o adequado fornecimento de cátions e ânions, sendo a manipulação de tais eletrólitos simples, econômica e prática, uma vez que as devidas exigências de sódio, cloro e potássio já estão definidas (ROSTAGNO et al., 2011).

É de suma importância conhecer melhor e compreender essas interações, e assim, facilitar a obtenção de formulações e ajustes nutricionais mais adequados, evitando distúrbios metabólicos resultantes do desequilíbrio ácido-básico nas dietas direcionadas às aves (COELLO; MENOCA; GONZÁLEZ, 2008).

A utilização do conceito de equilíbrio eletrolítico é restrita, apesar de ter sido proposto há vários anos por Mongin, (1968) e Mongin (1981), e isso pode ser decorrente das limitações da utilização dessa estratégia nutricional na planilha de cálculo para formulação, por sua maioria utilizar programação linear. Com a criação de uma ferramenta Solver da planilha Excel da Microsoft®, o Programa Prático de Formulação de Ração (PPFR), é possível introduzir as equações matemáticas na formulação, possibilitando assim a viabilidade do equilíbrio eletrolítico em uma dieta.

O PPFR é de uso livre, utiliza programação não linear e permite o correto balanceamento das rações considerando o equilíbrio eletrolítico, diferentes relações entre cátions e ânions além das recomendações nutricionais (GARCIA NETO, 2008).

Alguns estudos realizados para avaliar a viabilidade da inclusão de balanços eletrolíticos nas formulações de rações para poedeiras ainda trazem resultados controversos (JUNQUEIRA et al., 2000; MURAKAMI et al., 2003; NOBAKHT et al., 2006; NOBAKHT et al., 2007; ALDRIGUI, 2014; NEVES, 2015).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 INSTALAÇÃO, AVES E MANEJO

O experimento foi conduzido no Setor de Avicultura da UNESP, campus de Ilha Solteira, nos dois primeiros meses do ano, onde o protocolo experimental seguiu as normas estabelecidas pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da mesma instituição de ensino, certificado através do processo de número 07/2016/CEUA.

Foram utilizadas instalações de um galpão convencional de postura (4 m de largura, 30 m de comprimento e 2,8 m de pé-direito), composto internamente por gaiolas de arame galvanizado com quatro compartimentos de 25 x 40 x 40 cm, distribuídas lateralmente em dois andares, distantes 0,80 e 1,20 m do piso. O comedouro utilizado foi do tipo calha galvanizada, percorrendo toda extensão frontal das gaiolas, e o bebedouro do tipo taça.

No experimento foram utilizadas poedeiras comerciais leves de linhagem Lohmann, pertencentes ao plantel de produção da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da FEPE-UNESP, campus de Ilha Solteira, as quais às 86 semanas de idade foram submetidas ao processo de muda induzida para a utilização por mais um período produtivo. O processo de indução foi baseado na utilização de dietas diluídas com a inclusão de feno de alfafa moída. Durante o segundo ciclo de produção, às 120 semanas de idade, foram selecionadas aves para controle da uniformização da produção de ovos e posterior distribuição dos tratamentos experimentais, o que ocorreu às 122 semanas de idade. O período experimental compreendeu 56 dias, divididos em 4 ciclos de 14 dias, onde ciclos foi utilizado apenas como uma medida repetida no tempo. Ao início do período experimental o peso corporal médio e a taxa média de produção de ovos foram respectivamente,  $1.565 \pm 62$  gramas e produção média de  $89,24 \pm 5,28\%$ . Durante todo o período experimental as aves receberam água e ração à vontade, sendo o consumo de ração quantificado ao final de cada período.

O regime de iluminação adotado foi o de 16 horas de luz/dia, segundo o manual da linhagem (LOHMANN DO BRASIL, 2011). Diariamente foram anotados em formulário próprio os dados de mortalidade e o número de ovos íntegros e ovos injuriados coletados.

A temperatura e umidade relativa do ar, máximas, mínimas e médias, foram aferidas com o auxílio de um mini data *logger* localizado no ponto central do galpão, realizando coletas a cada 30 minutos.

Os valores obtidos de temperatura média do ar (TA) e umidade relativa média do ar (UR) posteriormente foram utilizados para determinar o Índice de Temperatura e Umidade (ITU) proposto por Bunffington et al., (1997). Para interpretação do ITU (Equação 1), foi considerado que valores acima de 72 indicam que a ave está em condições de estresse térmico (MORAES; OLIVEIRA, 2007).

(1)

$$\text{ITU} = (0,8 \times \text{TA} + (\text{UR} / 100) \times (\text{TA} - 14,4) + 46,4)$$

Os valores máximos, mínimos e médios de temperatura e umidade relativa do ar registrados e os valores calculados de ITU durante cada ciclo do experimento estão apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1-** Valores médios por ciclo de temperatura e umidade, máximo, mínimo e médio e do índice de temperatura e umidade (ITU)

<b>CICLOS (14 DIAS)</b>				
<b>TEMPERATURA DO AR (°C)</b>				
	1º	2º	3º	4º
MÁXIMO	34,34	33,03	34,27	35,05
MÍNIMO	20,34	20,59	19,01	22,41
MÉDIO	26,97	25,93	26,25	28,3
<b>UMIDADE RELATIVA DO AR (%)</b>				
MÁXIMO	74,1	87,6	79,5	84,8
MÍNIMO	28,7	43,4	32,3	40,8
MÉDIO	49,1	66,5	53,4	61,8
<b>ÍNDICE DE TEMPERATURA E UMIDADE</b>				
ITU	74,15	74,81	73,73	77,63

### 3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Cento e vinte e oito poedeiras comerciais em segundo ciclo produtivo, com 122 semanas de idade, foram distribuídas em um delineamento inteiramente

casualizado, composto por quatro tratamentos e quatro repetições de oito aves. Foi utilizado o esquema de parcelas subdivididas no tempo com quatro períodos de avaliação de 14 dias cada.

Os tratamentos consistiram de quatro rações formuladas com o conceito de balanço eletrolítico (170, 220, 270, 320 mEq.kg<sup>-1</sup>). Para o cálculo do balanço eletrolítico foi utilizada a equação descrita por Mongin (1968) (Equação 2):

$$BE \text{ (mEq.kg}^{-1}\text{)} = \text{mEqNa}^+ + \text{mEqK}^+ - \text{mEqCl}^-$$

(2)

Utilizando-se o valor calculado em porcentagem dos eletrólitos foi aplicada a equação (Equação 3):

$$BE = \frac{(\%Na^+) \times (10.000)}{22.99^*} + \frac{(\%K^+) \times (10.000)}{39.102^*} - \frac{(\%Cl^-) \times (10.000)}{35.453^*}$$

(3)

(\* Equivalente grama do Na, K e Cl, respectivamente).

### 3.3 RAÇÕES EXPERIMENTAIS

As rações experimentais foram formuladas seguindo recomendações descritas por Rostagno et al. (2011), e foram a base de milho, farelo de soja, óleo, suplemento vitamínico, suplemento mineral, calcário, fosfato bicálcico e cloreto de sódio, sendo que os sais bicarbonato de sódio (NaHCO<sub>3</sub>) e carbonato de potássio (KHC<sub>3</sub>) foram ajustados conforme as necessidades mínimas em Na e K para os ajustes de balanço eletrolítico.

Na Tabela 2 são apresentadas a composição percentual e calculada, além do custo de cada ração experimental.

**Tabela 2-** Composição percentual e calculada das rações experimentais com diferentes balanços eletrolíticos.

INGREDIENTES	BALANÇO ELETROLÍTICO (mEq. kg <sup>-1</sup> )			
	170	220	270	320
Milho	59,28	59,28	59,28	59,28
Farelo de soja	22,3	22,3	22,3	22,3
Óleo de soja	2,79	2,79	2,79	2,79
Fosfato bicálcico	1,43	1,43	1,43	1,43
Calcário calcítico	10,82	10,82	10,82	10,82
Cloreto de sódio	0,49	0,49	0,49	0,49
Suplemento mineral+vitamínico*	0,12	0,12	0,12	0,12
DL-Metionina	0,13	0,13	0,13	0,13
Bicarbonato de sódio	0,19	0,4	0,71	0,95
Carbonato de potássio	0,05	0,28	0,40	0,60
Inerte (areia lavada)	2,40	1,96	1,53	1,09
Total	100	100	100	100
Custo total (R\$.kg <sup>-1</sup> )	0,666	0,686	0,699	0,717
COMPOSIÇÃO CALCULADA				
Energ. Met. Aves (kcal.kg <sup>-1</sup> )	2790	2790	2790	2790
Proteína Bruta (%)	14,83	14,83	14,83	14,83
Cálcio (%)	4,50	4,50	4,50	4,50
Fósforo Disponível (%)	0,35	0,35	0,35	0,35
Potássio (%)	0,60	0,70	0,75	0,83
Sódio (%)	0,26	0,32	0,40	0,47
Cloro (%)	0,34	0,34	0,34	0,34
Lisina Dig. (%)	0,69	0,69	0,69	0,69
Metionina Dig. (%)	0,34	0,34	0,34	0,34
Metionina + Cistina Dig. (%)	0,55	0,55	0,55	0,55

\*Composição por kg de ração: Ácido Fólico - 100 mg; Biotina - 10 mg; Niacina - 20.000 mg; Pantotenato de Cálcio - 10.000 mg; Cobre - 6.000 mg; Cobalto - 100 mg; Iodo - 1.000 mg; Ferro - 50.000 mg; Manganês - 55.000 mg; Zinco - 50.000 mg; Selênio - 200 mg; Antioxidante - 2.000 mg; Vitamina A - 8.000.000 UI; Vitamina B1 - 1.000 mg; Vitamina B2 - 3.000 mg; Vitamina B6 - 700 mg; Vitamina B12 - 6.000 mcg; Vitamina D3 - 2.100.000 UI; Vitamina E - 7.000 mg; Vitamina K3 - 2.000 mg.

Para formulação das rações os níveis de proteína bruta, cálcio, fósforo, sódio, potássio e cloro foram determinados nos ingredientes por meio de análises prévias. As rações foram isocalóricas, isoproteicas e isoaminoacídicas, porém os níveis de sódio e potássio tiveram pequenas oscilações para a obtenção dos balanços eletrolíticos.

Para a formulação com os ajustes das rações experimentais foi utilizado o Programa Prático de Formulação de Rações (PPFR – Poedeiras), software livre,

(GARCIA NETO, 2008), encontrado no endereço eletrônico: <https://sites.google.com/site/ppfrparaexcel2007ousuperior/home>.

### 3.4 PARÂMETROS AVALIADOS

#### 3.4.1 Desempenho das aves e qualidade externa dos ovos

Ao finalizar cada período (ciclo) de 14 dias, o desempenho das aves foi avaliado através dos dados obtidos de consumo de ração ( $\text{g.ave}^{-1}.\text{dia}^{-1}$ ), produção de ovos (%), peso médio dos ovos (g), massa de ovos (g), conversão alimentar ( $\text{kg de ração.kg de ovo}^{-1}$ ).

Foi determinado o consumo de ração ( $\text{g.ave}^{-1}.\text{dia}^{-1}$ ), pela diferença entre as quantidades de ração fornecidas para cada parcela subtraindo-se a sobra ao final de cada ciclo. O consumo médio de ração foi corrigido quando houve mortalidade das aves, obtendo-se o consumo médio verdadeiro para unidade experimental em questão. Durante o período avaliado, essa quantidade determinou o consumo de ração por ave. $\text{dia}^{-1}$ .

Durante o período experimental, foram coletados os dados referentes à produção de ovos (%) por parcela, estimando o seu percentual de acordo com o número de dias de postura em relação à quantidade de ovos produzidos.

Para a obtenção do peso médio dos ovos (g), foram coletados e pesados todos os ovos íntegros dos dois últimos dias de cada período e esse valor foi dividido pelo número de ovos íntegros produzidos no dia. A massa de ovos (g) foi obtida através do produto do peso médio do ovo (g) e da produção de ovos (%) por parcela, dividindo-se por 100. Já a conversão alimentar ( $\text{kg de ração.kg de ovo}^{-1}$ ) foi calculada através da relação entre o consumo de ração dividido pelo peso total de ovos.

Os parâmetros de qualidade dos ovos foram avaliados durante os dois últimos dias de cada ciclo de 14 dias, onde três ovos foram coletados aleatoriamente em cada repetição, para determinação do peso do ovo (g), porcentagem de casca e gravidade específica ( $\text{g.cm}^{-3}$ ). A densidade específica foi determinada com todos os ovos íntegros produzidos nas últimas 24 horas de cada dia de avaliação, sendo coletados e analisados no período matutino, utilizando o procedimento de soluções

de NaCl, de acordo com recomendação de Moreng e Avens (1990), sendo que as densidades entre as soluções variaram de 1,065 a 1,100 g.cm<sup>-3</sup> com gradiente de 0,005 entre as medidas.

### **3.4.2 Parâmetros hematológicos**

Ao final do período experimental (136 semanas de idade), foram selecionadas 2 aves por parcela e realizada a coleta de 4 mL de sangue através da punção da veia ulnar (veia da asa), neste local por ser uma forma de coleta menos invasiva e danosa ao animal de idade mais avançada. O sangue coletado foi dividido em dois microtubos, um contendo anticoagulante de heparina e outro sem anticoagulante para obtenção de soro e sangue total para confecção das lâminas. Durante a coleta, os microtúbulos foram mantidos sob refrigeração conforme técnicas preconizadas por Hawkey e Dennet (1989).

No sangue total heparinizado foi determinado o hematócrito através do uso da centrífuga de microhematócrito, na qual foi utilizado capilar, que foi centrifugado a 1200 rpm por 5 min, e posteriormente os resultados estimados em porcentagem através de tabelas específicas. Foi realizada a contagem do número de células totais no hematócrito (eritrócitos, leucócitos e trombócitos) e a diferenciação das células de defesa (linfócitos, heterófilos, monócitos, eosinófilo e basófilo) em extensões sanguíneas (CHARLES NORIEGA, 2000).

Para a contagem total de eritrócitos as amostras sanguíneas, contendo solução de Natt e Herrick's em uma diluição de 1:200, foram depositadas em câmara de Neubauer. A contagem total dos eritrócitos e dos leucócitos foi realizada em extensão sanguínea em lâminas de vidro coradas com Rosenfeld. A contagem diferencial de leucócitos foi realizada por método indireto, pela quantificação das células em cada 2.000 eritrócitos e, por estimativa, considerando o valor total de células vermelhas obtido no contador de células. Já o diferencial de leucócitos foi quantificado contando-se 200 células e estimando-se para o total de leucócitos através do uso do microscópio.

A avaliação da relação heterófilo/linfócito foi analisada em 2.000 células sanguíneas, através da diferenciação da quantidade de heterófilos e linfócitos observados de acordo com metodologia descrita por Ruiz et al. (2002).

### 3.4.3 Perfil bioquímico sanguíneo

A concentração de proteína total foi determinada em soro pelo método do Biureto (kit comercial) e a de albumina pelo método colorimétrico – verde de bromocresol (kit comercial). A globulina foi determinada subtraindo a albumina da proteína total e o índice albumina-globulina (A:G) foi calculado dividindo-se o valor da fração albumina pelo valor total da fração globulina de cada amostra analisada. O aparelho utilizado para a realização das análises foi o Analisador Bioquímico Semiautomático SX-3000M da SINNOWA BRASIL.

### 3.4.4 Análise econômica

Para as análises econômicas foram considerados o desempenho médio das aves durante todo o período experimental. O custo das rações foi considerado o custo de produção, uma vez que todos os demais custos foram os mesmos para todos os tratamentos. O custo da ração para produzir um quilograma de ovos foi determinado levando-se em conta a quantidade de ração necessária para a produção de um quilograma de ovos e o preço por quilograma de ração.

**Tabela 3-** Custo (R\$.kg-1) dos ingredientes utilizados para formulação das rações.

INGREDIENTES	CUSTO R\$.Kg-1	INGREDIENTES	CUSTO R\$.Kg-1
Milho/grão	0,49	Suplem. mineral vitamínico	10,9
Farelo de soja (45%)	0,96	DL-metionina	14,8
Óleo de soja	2,78	Bicarbonato de sódio	1,25
Calcário calcítico	0,14	Carbonato de potássio	7,68
Fosfato bicálcico	1,87	Inerte (areia lavada)	0,05
Cloreto de sódio	0,35		

Para a análise econômica foram considerados os preços de ingredientes e o preço dos ovos praticados na região de Bastos – SP durante o mês de novembro de 2017. O preço estimado para o quilograma de ovos brancos do tipo grande foi obtido considerando-se o preço da dúzia e peso de 12 ovos.



A análise da viabilidade econômica foi realizada através da adaptação do Índice *Economic Feed Efficiency* (EFE) proposto por Houndonougbo, Chwalibog e Chrysostome (2009). Este índice abrange a receita obtida com a produção dos ovos e a despesa com as rações. Desta forma, quanto maior os valores do índice EFE, melhor a relação custo-benefício da produção. Para poedeiras o índice foi calculado pela Equação 4:

$$\text{EFE} = \frac{(\text{kg de ovos produzidos} \times \text{preço por kg de ovo})}{(\text{consumo de ração} \times \text{preço do kg da ração})}$$

(4)

### 3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância (anova), utilizando o programa Sisvar 5.6. No caso de efeito significativo dos balanços eletrolíticos foi realizada regressão polinomial.

Neste experimento as medidas de desempenho das aves e qualidade dos ovos foram realizadas nas mesmas parcelas em diferentes períodos (quatro ciclos de 14 dias). Os ciclos foram utilizados apenas como medida repetida no tempo, sendo, portanto, recomendado o esquema de análise de parcelas subdivididas no tempo (*split-plot in time*) (STEEL; TORRIE, 1960).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 DESEMPENHO E QUALIDADE DE OVOS

Na Tabela 4 são apresentadas as médias, resumo da análise de variância, assim como a análise da regressão polinomial para os dados de desempenho – consumo de ração ( $\text{g.ave}^{-1}.\text{dia}^{-1}$ ), postura (%), peso médio dos ovos (g), massa de ovos (g) e conversão alimentar ( $\text{kg de ração.kg de ovo}^{-1}$ ) – e qualidade externa dos ovos – densidade específica ( $\text{g.cm}^3$ ) e porcentagem de casca (%).

Para as variáveis de desempenho ocorreu efeito significativo dos balanços eletrolíticos (BE) para consumo de ração ( $P < 0,01$ ), postura de ovos ( $P < 0,05$ ) e massa de ovos ( $P < 0,01$ ). Para o consumo de ração a análise de regressão dos níveis de BE (Gráfico 1) apresentou efeito quadrático ( $P < 0,01$ ) indicando seu ponto máximo no nível de  $253,77 \text{ mEq.kg}^{-1}$ , correspondendo ao um consumo de  $97,31 \text{ g.ave}^{-1}.\text{dia}^{-1}$ , o que se encontra um pouco abaixo do recomendado pelo manual de linhagem (100 a  $110 \text{ g.ave}^{-1}.\text{dia}^{-1}$ ).

**Tabela 4-** Médias, resumo da análise de variância e regressão polinomial para as variáveis de desempenho produtivo e qualidade externa dos ovos.

	Consumo de ração (g)	Postura (%)	Peso médio do ovo (g)	Massa dos ovos (g)	Conversão alimentar (Kg)	Densidade ( $\text{g/cm}^3$ )	Casca (%)
<b>BALANÇO ELETROLÍTICO</b>							
170	88,84	79,06	58,52	46,33	1,937	1,0816	9,05
220	96,70	84,55	61,07	51,67	1,883	1,0808	8,98
270	94,93	83,56	60,79	50,67	1,883	1,0821	9,02
320	91,67	81,62	59,83	48,81	1,888	1,0812	8,90
P (valor)	0,0000**	0,0464*	0,0617	0,0041**	0,6361	0,6996	0,6394
CV (%)	4,37	6,87	4,56	8,29	7,73	0,3	4,35
<b>REGRESSÃO POLINOMIAL - P (VALOR)</b>							
Linear	0,148	0,297	-	0,169	-	-	-
Quadrática	0,000 <sup>(1)</sup>	0,013 <sup>(2)</sup>	-	0,001 <sup>(3)</sup>	-	-	-
Desvio	0,082	0,385	-	0,237	-	-	-

<sup>(1)</sup> Consumo de ração =  $26,4702 + 0,5583x - 0,0011x^2$  ( $R^2 = 90,97\%$ );

<sup>(2)</sup> Postura =  $36,6733 + 0,3772x - 0,0007x^2$  ( $R^2 = 91,23\%$ );

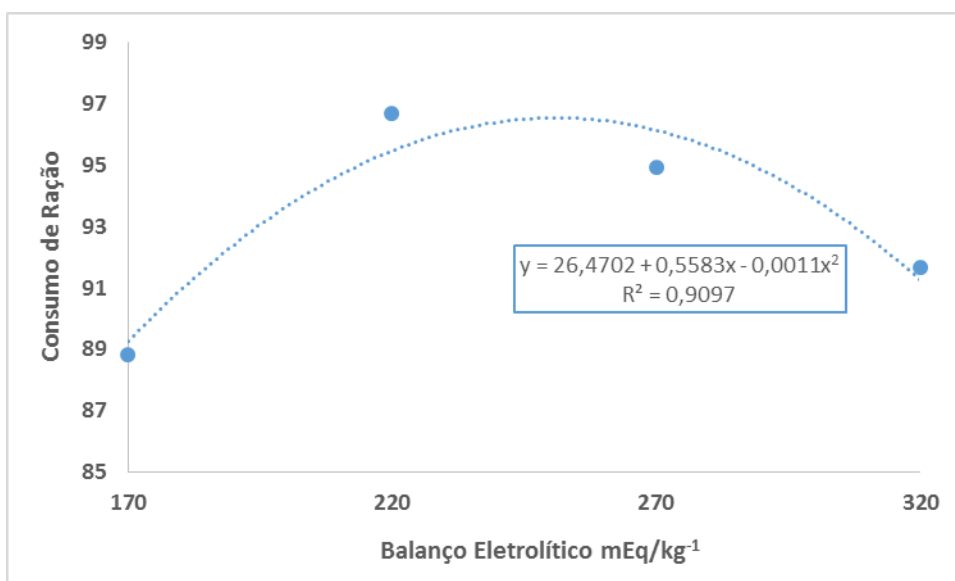
<sup>(3)</sup> Massa de ovos =  $5,2678 + 0,3655x - 0,0007x^2$  ( $R^2 = 90,84\%$ )

Foram incluídos bicarbonato de sódio e carbonato de potássio, o que determinou o aumento dos níveis de sódio e potássio (0,32; 0,40 e 0,47% de sódio e 0,70; 0,75 e 0,83% de potássio nos níveis de 220, 270 e 320 mEq.kg<sup>-1</sup> respectivamente). Quando houve o aumento gradativo dos níveis de sódio nos balanços de 220 e 270 mEq.kg<sup>-1</sup>, ocorreu maior consumo de ração, podendo ser explicado por uma provável maior quantidade de água ingerida pelas aves que receberam rações com maior nível de sódio.

Porém no balanço de 320 mEq.kg<sup>-1</sup>, houve uma queda no consumo, o que sugere que, o efeito de níveis elevados de sódio e potássio, determinaram redução no consumo de ração. A redução no consumo de ração com o aumento dos níveis de sódio e potássio, superiores a 0,43 e 0,73% respectivamente, foi relatado por Junqueira et al. (2000).

Nota-se ao observar os valores de temperatura e umidade relativa do ar registrados durante o período experimental (Tabela 1) que os valores encontrados ficaram acima da zona de termoneutralidade indicados por Mutaf, Kahraman, Firat (2008), de 20 e 24°C para temperatura e de 35 e 45% para umidade relativa. Os valores encontrados para o período experimental também se encontram acima das recomendações do manual da linhagem (LOHMANN DO BRASIL, 2011), onde se sugere que os valores para temperatura e umidade relativa do ar estejam de 22° a 24° C e 60 a 70%, respectivamente.

**Gráfico 1-** Comportamento do consumo de ração (g/dia).



Outra situação que reforça a tese que as aves ficaram fora de sua zona de conforto, o que influenciou o menor consumo de ração em relação ao esperado, são os valores de ITU superiores a 72 observados durante todo o período experimental. Valores superiores a 72 propõe indicativo direto de exposição das aves a condições de estresse térmico (TINOCO, 2001; JACOMÉ, et al. 2007; MORAES; OLIVEIRA, 2007). Durante a condução do experimento observou-se ainda que as aves apresentaram afastamento das asas para aumentar a superfície de contato com o ar e aumento da frequência respiratória, indícios de comportamento de resposta ao estresse térmico (BOTTJE; HARRISON, 1985).

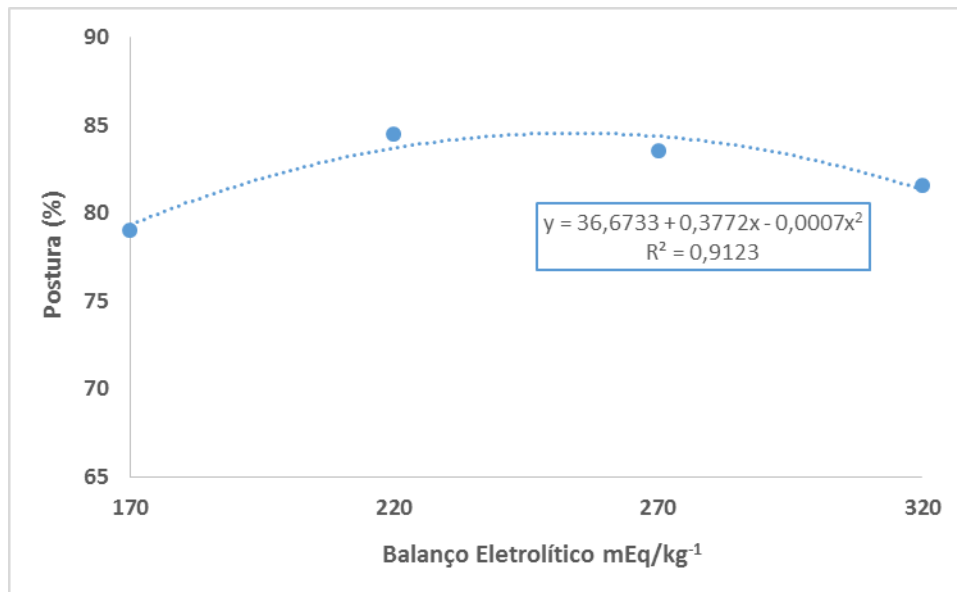
Por fim, pôde-se averiguar que os balanços que mantiveram os maiores valores numéricos de consumo de ração durante o período experimental, foram os de 220 e 270 mEq.kg<sup>-1</sup>, como valores intermediários dentro das formulações avaliadas. A diminuição no consumo pode determinar diminuição na taxa de postura, tamanho do ovo e ainda piora na qualidade de casca.

A análise de regressão dos níveis de BE para taxa de postura de ovos (Gráfico 2) apresentou efeito quadrático ( $P < 0,05$ ), atingindo seu ponto de máxima taxa de postura no BE de 269,43 mEq.kg<sup>-1</sup>, correspondendo a 87,49% de produção, valor que se encontra acima dos valores preconizados pelo manual de linhagem (80,5%).

Quando analisada a massa média dos ovos (Gráfico 3), observa-se efeito quadrático ( $P < 0,01$ ), onde atingiu seu ponto máximo em 261,07 mEq.kg<sup>-1</sup>, correspondendo a uma massa de ovos de 52,97%.

Com o aumento o BE além de 270 mEq.kg<sup>-1</sup> os níveis mais elevados de sódio e potássio interferiram no consumo de ração e na taxa de postura, o que contribuiu para uma menor massa de ovos. A usual tendência na diminuição da produção e conseqüentemente, massa dos ovos em poedeiras em segundo ciclo de produção quando alimentadas com rações com maiores níveis de sódio também é relatada na literatura (RIBEIRO et al., 2008).

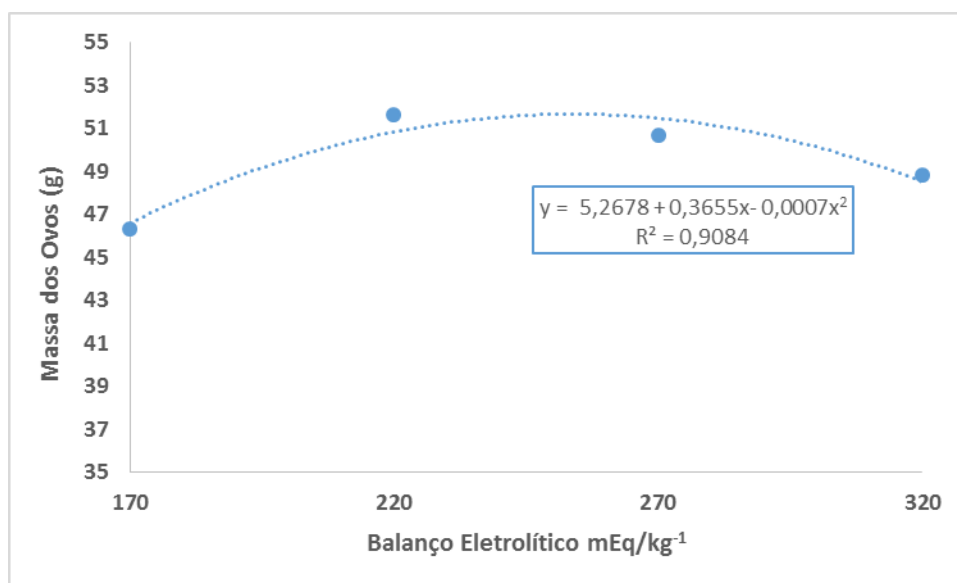
Pode-se averiguar que no presente estudo, que apesar de situações adversas, como as altas taxas de umidade e temperatura, as aves mantiveram seus valores médios de consumo de ração (97,31 g.ave<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup>) e massa de ovos (52,97 g) próximos aos valores preconizados pelo manual da linhagem (100 g.ave<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup> e 54,7 g) e a taxa de postura de ovos (87,48%) manteve-se acima da indicação para a linhagem (80,5%).

**Gráfico 2-** Comportamento da taxa de postura (%).

Apesar do reflexo sobre o consumo, taxa de postura e massa de ovos, os BE não interferiram de forma significativa ( $P > 0,05$ ) na conversão alimentar. Esses resultados dão indícios de que apesar da diminuição do consumo, as aves continuaram a produzir, o que pode ser um indicativo de que as poedeiras, quando comparadas a frangos de corte, conseguem melhor se adequar às condições desfavoráveis (ALDRIGUI, 2014; NEVES, 2015), ou seja, as poedeiras apresentam uma maior facilidade em se adequar às adversidades das altas temperaturas, enquanto o frango de corte, por conta de sua alta taxa metabólica e curto tempo de vida e rápido desenvolvimento, tem dificuldades para controlar essa situação.

Os estudos que apontem respostas concretas sobre o desempenho produtivo de poedeiras, isso quando utilizada a manipulação de eletrólitos na dieta, principalmente em condições adversas como o estresse por calor, ainda são escassos, diferentemente dos estudos envolvendo frangos de corte. Esses estudos indicam a importância da manipulação de eletrólitos nas rações de frangos de corte como estratégia durante o verão (BORGES et al., 2003; VIEITES et al., 2005; GAMBA, 2011).

Quanto à qualidade externa dos ovos, pode-se observar (Tabela 4) que os balanços eletrolíticos não interferiram ( $P > 0,05$ ) na gravidade específica ou porcentagem de casca.

**Gráfico 3-** Comportamento da massa média dos ovos (g).

Os efeitos do BE na qualidade dos ovos de poedeiras é bastante contraditório na literatura. Junqueira et al. (2000), utilizando BE de 187, 265, 300, 378 e 491 mEq.kg<sup>-1</sup> e Murakami et al. (2003) BE de 174, 183, 192, 200 e 209 mEq.kg<sup>-1</sup>, não observaram influência sobre a qualidade externa dos ovos. No entanto, em pesquisa realizada por Nobaht et al. (2006), com BE de 0, 120 e 360 mEq.kg<sup>-1</sup>, a qualidade externa dos ovos foi melhor quando se utilizou o maior balanço.

Em estudo mais recente, onde o BE variou de 140 a 310 mEq.kg<sup>-1</sup> em condições de alta temperatura e alta umidade (verão quente e úmido), a qualidade interna ou externa de poedeiras em declínio de produção não foi afetada (NEVES, 2015).

#### 4.2 PARÂMETROS HEMATOLÓGICOS

Os BE utilizados nas rações das aves não influenciaram ( $P > 0,05$ ) nenhum dos parâmetros hematológicos mensurados (Tabela 5). Os valores hematócritos obtidos ao final de 56 dias de experimento (136 semanas de idade das aves), entre 28 e 29%, mantiveram-se abaixo do citado por Bounous e Stedman (2000) para aves saudáveis, os quais preconizam uma faixa de 35 e 55%. Entretanto, esta faixa

indicada pelos autores é uma referência geral para aves. No caso de frangos de corte, a faixa de valores de hematócrito varia de 30,6 a 37% (Cardoso, 2003).

**Tabela 5-** Médias, resumo da análise de variância e regressão polinomial dos parâmetros hematológicos de poedeiras

PARÂMETROS HEMATOLÓGICOS								
BE	Hct (%)	Erit (x10 <sup>6</sup> /μl)	Leuc (x10 <sup>3</sup> /μl)	Linf (x10 <sup>3</sup> /μl)	Het (x10 <sup>3</sup> /μl)	Mon (x10 <sup>3</sup> /μl)	Eosi (x10 <sup>3</sup> /μl)	H/L <sup>(1)</sup>
170	28	2,2760	20,5278	13,0747	3,3327	0,6553	3,4652	0,2544
220	29	2,4196	23,6397	17,4670	3,6842	0,3672	2,1213	0,2197
270	29	2,4096	31,6613	21,4357	4,5312	0,6596	5,0347	0,2171
320	28	2,3881	28,3588	17,1053	6,2325	1,0107	4,0103	0,3633
RESUMO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA								
P (valor)	0,085 <sup>ns</sup>	0,909 <sup>ns</sup>	0,061 <sup>ns</sup>	0,066 <sup>ns</sup>	0,086 <sup>ns</sup>	0,196 <sup>ns</sup>	0,123 <sup>ns</sup>	0,051 <sup>ns</sup>
CV (%)	3,34	13,24	21,14	22,38	22,83	57,85	34,27	27,95

1- H/L = relação heterofilo/linfócito.

ns = não significativo (P>0,05).

Independente dos balanços eletrolíticos, os valores de eritrócitos (2,276 a 2,419 x10<sup>6</sup>/μL) foram inferiores a 3,0 x 10<sup>3</sup>/μL, valor médio relatado para poedeiras (BOUNOUS; STEDMAN, 2000).

Analisando as médias para o número de leucócitos totais, observa-se que os limites de 20,5278 x 10<sup>3</sup> a 31,6613 x 10<sup>3</sup>/μL são superiores ao valor médio de 19,80 x 10<sup>3</sup>/μL relatado por Sturkie e Griminger (1986), mas estão mais próximos dos limites superiores apontado em estudos posteriores, de 12 a 30 x 10<sup>3</sup>/μL, apontados por Bounous e Stedman (2000) e de 15,6 a 30,7 x 10<sup>3</sup>/μL, relatados por Borsa (2009).

Na diferenciação leucocitária os BE não interferiram (P>0,05) no número de linfócitos, heterófilos, monócitos e eosinófilos ou relação heterofilo/linfócito. De forma geral os coeficientes de variação para a diferenciação leucocitária e relação H/L foram bastante elevados, principalmente monofilos e eosinófilo. Alta variabilidade nos dados hematológicos de poedeiras também foi apontada por Lentfer et al. (2015), os quais chamam a atenção sobre a necessidade de quantificação correta das formas atípicas de heterofilos para não se obter um resultado equivocado da relação H/L.

Segundo Macari e Luquetti (2002), a contagem diferencial de leucócitos no sangue mostra que a relação heterófilos/linfócitos em frangos de corte em condições normais é de 1:2 (0,5), mas quando submetidos a uma situação de estresse esta relação aumenta.

Se extrapolarmos essa situação para o quadro apresentado para as poedeiras no presente estudo, podemos dizer que, independentemente dos BE utilizados nas rações, a relação H/L para poedeiras mantiveram-se inalteradas, embora a diferença em termos percentuais da relação H/L do BE de 320 mEq.kg<sup>-1</sup> (numericamente maior relação H/L) tenha sido 67,34% superior a observada no BE de 270 mEq.kg<sup>-1</sup> (menor relação H/L).

#### 4.4 PERFIL BIOQUÍMICO SANGUÍNEO

Os BE avaliados não influenciaram ( $P > 0,05$ ) os níveis de glicose, proteínas plasmáticas totais (PPT), albuminas (A) e globulinas (G), influenciando apenas a relação A/G ( $P < 0,05$ ) (Tabela 6).

**Tabela 6-** Médias, resumo da análise de variância e regressão polinomial dos parâmetros bioquímicos

Balanço Eletrolítico	PARÂMETROS BIOQUÍMICOS				
	Glicose (g/dL)	PPT (g/dL)	Alb (g/dL)	Glob (g/dL)	A/G
170	219,3708	6,9350	3,1350	3,8000	0,8359
220	197,6337	6,2706	2,7590	3,5116	0,7855
270	252,4244	7,4236	2,5634	4,8602	0,5546
320	190,4396	6,4308	2,8061	3,6248	0,7951
RESUMO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA					
P (<0,05)	0,077 <sup>ns</sup>	0,641 <sup>ns</sup>	0,474 <sup>ns</sup>	0,236 <sup>ns</sup>	0,016*
CV (%)	15,16	20,32	17,85	24,61	15,11
REGRESSÃO POLINOMIAL - P VALOR					
Linear	-	-	-	-	0,185
Quadrática	-	-	-	-	0,024 <sup>(1)</sup>
Desvio	-	-	-	-	0,023

\* Diferença significativa ( $P < 0,05\%$ ); ns = não significativo ( $P > 0,05$ )

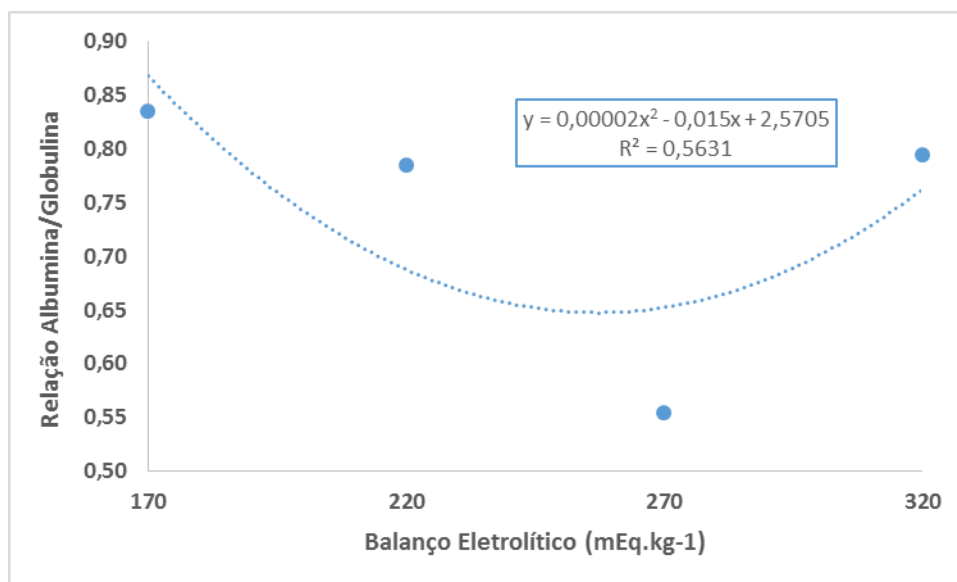
<sup>(1)</sup>Relação A/G=2,5705-0,015x-0,00003x<sup>2</sup> (R<sup>2</sup>=56,31%).



A análise de regressão dos níveis de BE sobre a relação A/G indicou efeito quadrático ( $P < 0,05$ ), com seu ponto mínimo em  $249,26 \text{ mEq.kg}^{-1}$  correspondendo a  $0,7065 \text{ g/L}$  (Gráfico 4). Com exceção do balanço de  $270 \text{ mEq.kg}^{-1}$ , as médias da relação albumina/globulina (A/G) mantiveram-se acima dos valores de referência propostos por Lumeij (1990), Lumeij e Kaneko (1997), de  $0,6 \text{ g/L}$ .

As concentrações de glicose não tiveram grandes variações entre os balanços ( $190,44$  a  $252,42 \text{ g/dL}$ ) mantendo-se dentro dos limites citados por Swenson e O'Reece, (1996), os quais variam de  $130$  a  $270 \text{ mg/dL}$ . Da mesma forma, as concentrações de albumina e globulina também não oscilaram de forma significativa.

**Gráfico 4-** Comportamento da relação albumina/globulina.



Para todos os BE avaliados, os valores de concentração de proteínas plasmáticas totais mantiveram-se acima do relatado por Campbell e Dein (1984), que citam valores normais de  $3,0$  a  $6,0 \text{ g/dL}$ . Contudo, ressalta-se que em aves em fase de postura, a concentração de proteínas pode se elevar no momento da ovipostura, e isso pode ser atribuído à indução através do estrógeno, aumentando as frações de globulinas (LUMEIJ 1997). Assim como citado anteriormente, os níveis também se elevam pela constante quantidade de proteínas que são mobilizadas e direcionadas para a deposição na gema do ovo (BURKE, 1996; SWENSON; O'REECE, 1996).

#### 4.5 ANÁLISE ECONÔMICA

As médias e o resumo da análise de variância com os valores de P e coeficientes de variação da análise econômica – Custo.kg de ovo<sup>-1</sup> (R\$.kg<sup>-1</sup>) e do Índice Economic Feed Efficiency (EFE) – estão apresentados na Tabela 9.

Apesar da falta de efeito significativo ( $P>0,05$ ) dos fatores avaliados para os índices econômicos, é possível concluir que o balanço de 370 mEq<sup>-1</sup> obteve melhor custo/benefício quando comparado com os demais.

**Tabela 7-** Médias e resumo da análise de variância para a análise econômica.

<b>ANÁLISE ECONÔMICA</b>		
<b>Balanço</b>	<b>Custo/kg de ovo (R\$)</b>	<b>EFE</b>
170	1,343	1,229
220	1,329	1,317
270	1,518	1,225
320	1,471	1,248
<b>RESUMO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA</b>		
P (valor)	0,3701 <sup>ns</sup>	0,6743 <sup>ns</sup>
CV (%)	12,35	10,30

ns = não significativo ( $P>0,05$ )

## 5 CONCLUSÕES

Os resultados obtidos a partir da utilização dos balanços eletrolíticos nas formulações de rações para poedeiras em segundo ciclo não foram muito consistentes quando analisados os parâmetros sanguíneos e bioquímicos, além de não indicarem melhoria na qualidade externa dos ovos ou no retorno econômico. Entretanto, considerando-se a taxa de postura ( $269,43 \text{ mEq.kg}^{-1}$ ) e a massa de ovos ( $261,07 \text{ mEq.kg}^{-1}$ ), o valor médio de BE para poedeiras em condições de alta temperatura e umidade deve ser  $265,6 \text{ mEq.kg}^{-1}$ .

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL- ABPA. **Relatório anual**. São Paulo: [s.n.], 2017.

Disponível em: <<http://abpa-br.com.br/setores/avicultura/publicacoes/relatorios-anuais/2017>>. Acesso em: 15 jan. 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL- ABPA –. **Protocolo de boas práticas de produção de ovos**. São Paulo: [s.n.], 2008. Disponível em: <<http://abpa-br.com.br/>>. Acesso em: 15 jan 2018.

ALDRIGUI, L. G. **Equilíbrio eletrolítico como estratégia nutricional para prevenir queda no desempenho de poedeiras comerciais em condições de alta temperatura**. 2014. 51 f. Dissertação (Mestrado)– Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2014.

AUSTIC, R.E.; KESHAVARZ, K. Interaction of dietary calcium and chloride and the influence of monovalent minerals on eggshell quality. **Poultry Science**, Oxford Academic, v. 67, n. 5. 1988. p. 750-759,

BELAY, T.; WIERNUSZ, C. J.; TEETER, R. G. **Mineral balance of heat distressed broilers**. Oklahoma: Oklahoma Agricultural Experiment Station, 1980. p.189-194.

BELAY, T.; TEETER, R. G. Broiler water balance and thermobalance during thermoneutral and high ambient temperature exposure. **Poultry Science**, Champaign, v. 72, n. 2, p. 116-124, 1993.

BERTECHINI A.G. **Nutrição de monogástricos**. Lavras - MG: Ed. ufla, 2006. v. 1, 302 p.

BOETTCHER, A. **Valores bioquímicos sanguíneos del cisne de cuello negro (Cygnus melano coryphus, Molina 1782), en una población silvestre, de Valdivia, Chile**. 2004. 62 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Medicina Veterinária) - Universidad Austral de Chile, 2004.

BOTTJE, W. G.; HARRISON, P. C. The effect of tap water, carbonated water, sodium bicarbonate, and calcium chloride on blood acid-base balance in cockerels subjected to heat stress. **Poultry Science**, Champaign, v. 64, n. 1, p. 107-113, 1985.

BORGATTI, L. M. O.; ALBUQUERQUE, R.; MEISTER, N. C.; SOUZA, L. M. O.; LIMA, F. R.; TRINDADE NETO, M. A. Performance of broilers fed diets with different dietary electrolyte balance under summer conditions. **Brazilian Journal of Poultry Science**, Campinas, v. 6, n. 3, p. 153-157, 2004.

BORGES, S. A. et al. Balanço eletrolítico em dieta pré-inicial de frangos de corte durante o verão. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v. 11, n. 1, p. 175-179, 1999.

BORGES, S. A. **Aplicação do conceito de balanço eletrolítico para aves**. In: CONFERÊNCIA APINCO CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 24., 2006, Santos. **Anais...** Santos: APINCO, 2006. p. 123-137.

BORGES, S. A. **Balanço eletrolítico e sua inter-relação com o equilíbrio ácido-base em frangos de corte submetidos a estresse calórico**. 2001. 97 f. Tese (Doutorado em Zootecnia)- Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2001.

BORGES, S. A.; MAIORKA, A.; SILVA, A. V. F. Fisiologia do estresse calórico e a utilização de eletrólitos em frangos de corte. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 5, 2003. p. 975-98.

BORSA, et al. Hematological values in broiler chickens. **Colloquium Agrariae**: [s.n.], v. 5, n. 1, p. 25-31, 2009.

BOUNOUS, D. I.; STEDMAN, N. L. Normal avian hematology: chicken and turkey. In: FELDMAN, B. F.; ZINKL, J. G.; JAIN, N. C. **Schalm's veterinary hematology**. 5th ed. Philadelphia: Lippincot, Williams & Wilkins, 2000. p. 1147-1154.

BOTTJE, W. G.; HARRISON, P. C. The effect of tap water, carbonated water, sodium bicarbonate, and calcium chloride on blood acid-base balance in cockerels subjected to heat stress. **Poultry Science**, Champaign, v. 64, n. 1, p. 107-113, 1985.

BOWEN, S. J.; WASHBURN, K. W. Thyroid and adrenal response to heat stress in chickens and quail differing in heat tolerance. **Poultry Science**, v. 64, n. 1, p. 149-154. 1985.

BURKE, W.H. Reprodução das aves. In: Swenson, M. J.; Reece, W. O. Dukes. **Fisiologia dos animais domésticos**. 11ªed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996. cap. 38. p.660-680.

CAMPBELL, T. Blood biochemistry of lower vertebrates. In: MEETING OF THE AMERICAN COLLEGE OF VETERINARY PATHOLOGISTS- ACVP, 55th.; MEETING OF THE AMERICAN SOCIETY OF CLINICAL PATHOLOGY- ASVCP, 2004, Middleton. **Annual...** Middleton: American College of Veterinary Pathologists & American Society for Veterinary Clinical Pathology, 2004. CAMPBELL, T.W.; DEIN, F.J. Avian hematology. The basics. **Veterinary Clinical North American**. v.14, n. 2, p. 223-248,1984.

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

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.

CARDOSO, A. L. S. P. Estudos dos parâmetros hematológicos em frangos de corte. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 70, n. 4, p. 419-424, 2003.

CLARK, P.; RAIDAL, S. R. Haematological indicators of inflammation exhibited by australian falconiformes. **Comparative Clinical Pathology**, London, v. 18, n. 1, p. 1-6, 2009.

COELLO, C. L.; MENOCA, J. A.; GONZÁLEZ, E. A. Síndrome metabólicas em frangos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 26., 2008, Santos. **Anais...** Santos: APINCO, 2008. p. 263-278.

CİRULE, D.; KRAMA, T.; VRUBLEVSKA, J.; RANTALA, M. J; KRAMS, I. A rapid effect of handling on counts of white blood cells in a wintering passerine bird: a more practical measure of stress? **Journal of Ornithology**, Heidelberg, v. 153, n 1, p. 161-166, 2012.

COHEN, I.; HURWITZ, S.; BAR, A. Acid-base balance and sodium to chloride ratio in diets of laying hens. **The Journal of Nutritional, Philadelphia**, v. 102, n. 1, p. 1-7, 1972.

CHARLES NORIEGA, M. L. V. C. **Apuntes de hematología aviaria: material didático para curso de hematología aviária**. México: Universidade Nacional Autónoma de México/Departamento de Producción Animal: Aves, 2000, p. 70. Apostila.

CRAY, C.; ZAIAS, J. Laboratory procedures. **Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice**, Texas, v. 7, n. 2, p. 487-518, 2004.

CURTIS, S.E. **Environmental management in animal agriculture**. Ames: Iowa State University Press, p 650. 1983.

CZARICK III, M.; FAIRCHILD, B. D. Poultry housing for hot climates. In: DAGHIR, N. J. **Poultry production in hot climates**. 2. ed. Trowbridge: Cromwell Press, 2008. cap. 5, p. 81-131.

DE BASILIO, V; VILARIÑO, M; YAHAV, S.; PICARD, M. Early age thermal conditioning and a dual feeding program for male broilers challenged by heat stress. **Poultry Science**, Champaign, v. 80, n. 1, p. 29-36, 2001.

DONATO, D. C. Z. et al. A questão da qualidade no sistema agroindustrial do ovo. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 47., 2009, Porto Alegre. **Congresso...** Porto Alegre: [s.n], 2009.  
Disponível em:<<http://www.sober.org.br/palestra/13/439.pdf>>. Acesso em: 10 jan 2018.

DONKOH, A.; ATUAHENE, C. C. Management of environmental temperature and rations for poultry production in the hot and humid tropics. **International Journal of Biometeorology**, Heildelberg, v. 32, n. 4, p. 247-253, 1988.

DRIVER, E. A. Hematological and blood chemical values of mallard (Anas p. platyrhynchos), drakes, before, during and after remige moult. **Journal of Wildlife Diseases**, Ames, v. 17, n. 3, p. 413-421, 1981.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Boas práticas de produção na postura comercial**. Concórdia: [s.n.], 2006. Disponível em: <[http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc\\_publicacoes/publicacao\\_h0k52t2.pdf](http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_publicacoes/publicacao_h0k52t2.pdf)> Acesso em: 15 jan 2018.

EVANS, G. O. **Animal clinical chemistry**. London: Taylor & Francis, 1996. 222 p.

FUDGE, A. M. Avian clinical pathology: hematology and chemistry. In: ALTMAN, R. B.; CLUBB, S. L.; DORRESTEIN, G. M. QUESENBERRY, K. **Avian medicine and surgery**. Filadélfia: W.B. Saunders, 1997. p.142-157.

FUDGE, A. M. Avian complete blood count. In: FUDGE, A. M. **Laboratory medicine: avian and exotic pets**. Filadélfia: W.B. Saunders, 200a. p. 9-18.

GARCIA NETO, M. **Programa prático para formulação de rações: poedeiras PPRF: tabelas brasileiras 2005**. Araçatuba: [s. n.], 2005. Disponível em: <<http://www.foa.unesp.br/downloads/categoria.asp?CatCod=4&SubCatCod=138>>. Acesso em: 20 maio 2016.

GAMBA, J. P. **Uso estratégico do equilíbrio eletrolítico para minimizar os efeitos do estresse térmico em frangos de corte**. 2011. 92 f. Dissertação (Mestrado)- Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade Estadual Paulista, Araçatuba, 2011. Disponível em: <[http://base.repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/94697/gamba\\_jp\\_me\\_.pdf?sequence=1](http://base.repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/94697/gamba_jp_me_.pdf?sequence=1)>. Acesso em: 10 jun 2016.

GITON, A.C.; HALL, J. E. **Tratado de fisiologia médica**. ed. 9. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1997. 1014 p.

GROSS, W. B.; SIEGEL, H. S. Evaluation of heterophil/lymphocyte ratio as a measure of stress in chickens. **Avian Diseases**, Jacksonville, v. 27, n. 4, p. 972-979, 1983.

HARR, K. E. Clinical chemistry of companion avian species: a review. **Veterinary Clinical Pathology**, Santa Barbara, v. 31, n. 3, p. 140–151, 2002.

HAWKEY, C. M.; DENNETT, T. B. **Atlas of comparative veterinary haematology**. London: Wolf Publishing, 1989. 192 p.

HOCHLEITHNER, M., Biochemistries. In: RITCHIE, B. W.; HARRISON, G. J.; HARRISON L. R. **Avian medicine: principles and application**. Lake Worth: Wings Publishing, 1994. cap 9, p. 176-198.

HOFFMAN, T. C. M.; WALSBURG, G. E.; DENARDO, D. F. Cloacal evaporation: n important and previously undescribed mechanism for avian thermoregulation. **Journal of Experimental Biology**, Reino Unido, . v. 210, n. 5, p. 741-749, 2007.

JAIN, N. C. **Essentials of veterinary hematology**. Philadelphia: Lea & Febiger, 1993. p 417.

JUDICE, J. P. M.; BERTECHINI, A. G.; MUNIZ, J. A.; RODRIGUES, P. B.; FASSANI, E. J. Balanço cátio-aniônico das rações e manejo alimentar para poedeiras de segundo ciclo. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 26, n. 3, p. 598- 609, 2002.

JUNQUEIRA, O. M.; COSTA P. T.; MILES R. D.; HARMS R. H. Interrelationship between sodium chloride, sodium bicarbonate, calcium, and phosphorus in laying hens diets. **Poultry Science**, Savoy, v. 63, n. 1, p. 123-130, 1984.

JUNQUEIRA, O. M.; CAMARGO-FILHO, B.; ARAUJO, L. F., ARAUJO, C. S. S.; SAKOMURA, N. K. Efeitos das fontes e níveis de sódio, cloro e potássio e da relação (Na+K) /Cl, sobre o desempenho e características do plasma sanguíneo de poedeiras comerciais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 4, p. 1110-1116, 2000.

KANEKO, J. J.; HARVEY, J. W.; BRUSS, M. L. **Clinical biochemistry of domestic animals**. 5th ed. New York: Academic Press, 1997. 932 p.

KHAJAVI, M.; RAHIMI, S.; HASSAN, Z. M.; KAMALI, M. A.; MOUSAVI, T. Effect of feed restriction early in life on humoral and cellular immunity of two commercial broiler strains under stress conditions. **British Poultry Science**, London, v. 44, n. 3, p. 490-497, 2003.

LATIMER, K. S.; BIENZLE, D. The avian leukogram: determination and interpretation. In: JAIN, N. C. **Schalm's veterinary hematology**. 5<sup>th</sup> ed. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins, 2000. p. 417-432.

LENTFER, T. L; PENDL, H. S. G.; GEBHARDT-HENRICH, E. K. F.; FRÖHLICH, E.; VON BORELL. H/L ratio as a measurement of stress in laying hens: methodology and reliability. **British Poultry Science Journal**, London, v. 56, n 4, p. 157-163. 2015.

LEESON, S.; SUMMERS, J. D. **Feeding programs for laying hens: commercial poultry nutrition**. 3. ed. Nottingham: Nottingham University Press, 2008. cap. 4, p. 163-227.

LOHMANN DO BRASIL. **Guia de manejo**: lohmann LSL. São José do Rio Preto: São Paulo, 2011. 28 p. Disponível em: <<http://www.ltz.com.br/guia-manejo>>. Acesso em: 17 jul 2016.

LUMEIJ, J. T. Relation of plasma calcium to total protein and albumin in African grey (*Psittacus erithacus*) and amazon (*Amazona spp.*) parrots. **Avian Pathology**, London, v. 19, n. 4, p. 661-667, 1990.



LUMEIJ, J. T. Avian clinical biochemistry. In: KANEKO, J. J.; HARVEY, J. W.; BRUSS, M. L. **Clinical biochemistry of domestic animals**. 5th ed. San Diego: Academic Press, 1997. 932 p.

LUMEIJ, J. T. Avian clinical biochemistry. In: KANEKO, J. J.; HARVEY, J. W.; BRUSS, M. L. **Clinical biochemistry of domestic animals**. 6th ed. Waltham: Academic Press, 2008. p. 839-872.

LUNDBERG, U. Stress hormones in health and illness: the roles of work and gender. **Psychoneuroendocrinology**, 30, n. 10, 2005. p. 1017–1021. 931-1066p.

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. 717 p.

MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZALES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 1994. 246 p.

MACARI, M.; LUQUETTI, B. C. Fisiologia cardiovascular. In: MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZALES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. 2. ed. Jaboticabal: Funep/Unesp, 2002. p. 17-36.

MACARI, M.; FURLAN, R. L.; MAIORKA, A. Aspectos fisiológicos e de manejo para manutenção da homeostase térmica e controle de síndromes metabólicas. In: MENDES, A. A.; NÄÄS, I. A.; MACARI, M. (Ed.). **Produção de frangos de corte**. Campinas: Fundação apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas, 2004. p. 137-155.

MENEGALI, I.; TINÔCO, I. F.F.; BAÊTA, F. C.; CECON, P. R.; GUIMARÃES, M. C. C.; CORDEIRO, M. B. Ambiente térmico e concentração de gases em instalações para frangos de corte no período de aquecimento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 13, n. 2, p. 984–990, 2009. Suplemento. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v13s0/v13s0a22.pdf>>. Acesso em: 15 jan 2018.

MASHALY, M. M.; HENDRICKS, G. L.; KALAMA, M. A.; GEHAD, A. E.; ABBAS, A. O.; PATTERSON, P. H. Effect of heat stress on production parameters and immune responses of commercial laying hens. **Poultry Science**, Champaign, v. 83, n 6, p. 889-894, 2004.

MAXWELL, M. H. Avian blood leucocyte responses to stress. **World's Poultry Science Journal**, Ithaca, v. 49, n. 1, p. 34-43, 1993.

MONGIN, P. Recent advances in dietary anion-cation balance: application in poultry. **The Proceedings of the Nutrition Society**, Cambridge, v. 40, n. 3, p. 285-294, 1981.

MONGIN, P. Role of acid-base balance in the physiology of egg formation. **World's Poultry Science Journal**, Beekbergen, Cambridge, v. 24, n. 3, p. 200-230, 1968.

MORAES, S. R. P.; OLIVEIRA, A. L. R. Classificação das faixas do índice de temperatura e umidade (ITU), aptidão da região e condições de conforto para frangos de corte e poedeiras, no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 15., 2007, Aracaju. **Anais...** Aracaju: CBAGRO, 2007.

MUJAHID, A.; AKIBA, Y.; TOYOMOZU, M. Acute heat stress oxidative stress and decreases adaptation in young white leghorn cockerels by downregulations of avian uncoupling protein. **Poultry Science**, Oxford, v. 86, n. 2, p. 364-371, 2007.

MUTAF, S.; KAHRAMAN, N. S.; FIRAT, M. Z. Surface wetting and its effect on body and surface temperatures of domestic laying hens at different thermal conditions. **Poultry Science**, Cary, v. 87, n 12, p. 2441-2450, 2008.

NATT, M. P.; HERRICK, C. A. A new blood diluent for counting the erythrocytes and leucocytes of chickens. **Poultry Science**, Oxford, v. 31, n 4, p. 735-738 ,1952.

NEVES, F. A. **Manipulação de eletrólitos na dieta de poedeiras em fase de declínio de postura em condições de altas temperaturas**. 2015. 49 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Animal)– Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista- UNESP, Ilha Solteira, 2015.

NOBAKHT, A.; SHIVAZAD, M.; CHAMANY, M.; SAFAMEHER, A. R. The Effects of Dietary Electrolyte Balance on Performance of Laying Hens Exposed to Heat - Stress Environment in Late Laying Period. **International Journal of Poultry Science**, Cary, v. 5, n. 10, p. 948-951, 2006.

NOBAKHT, A.; SHIVAZAD, M.; CHAMANY, M.; SAFAMEHER, A. R. The effects of dietary electrolyte balance on the performance and eggshell quality in the early laying period. **Journal of Animal and Veterinary Advances, Medwell Journals**, v. 6, n. 8, p. 991-995, 2007.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL- NRC. **Nutrient requirements of poultry**. 9th ed. Washington: National Academy, 1994. 155 p.

NORIEGA, M. L. V. C. **Apuntes de hematologia aviar**. México: Universidad Nacional Autónoma, 2000. 70 p. Apostila.

OFFICIAL JOURNAL OF THE EUROPEAN UNION. Council Directive 1999/74/EC of 19 July 1999 laying down minimum standards for the protection of laying hens. EC 74/1999. **Official Journal**, L203, p. 53-57, 1999..

ROBERTSHAW, D. Regulação da temperatura e o ambiente térmico. In: REECE, W. O. **Dukes: fisiologia dos animais domésticos**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006. p. 897-908.

ROSA, C. O.; CIVARDI, J. F.; SCHLINDWEIN, M. M. Bem-estar na produção de aves e suínos: uma análise teórica. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 9, n. 17; p. 201452. 2013.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L.; GOMES, P. C.; OLIVEIRA, R. F.; LOPES, D. C.; FERREIRA, A. S.; BARRETO, S. L. T.; EUCLIDES, R. F. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais.** 3. ed. Viçosa: UFV, 2011. 252 p.

SAKOMURA, N. K.; ROSTAGNO, H. S. Metodologias para avaliar o conteúdo de energia dos alimentos. In: SAKOMURA, N. K. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos.** Jaboticabal: FUNEP, 2007. cap. 2, p. 40-86.

SCHMIDT, E. M. S.; PAULILLO, A. C.; ALFARO, D. M.; OLIVEIRA, E. G.; RIBAS, J. M.; SANTIN, E. Parâmetros hematológicos de faisões (*Phasianus colchicus*) em estação reprodutiva. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, n. 8, p. 206, 2006a

SCHMIDT, E. M. S.; PAULILLO, A. C.; SANTIN, E.; LOCATELLI-DITTRICH, R.; OLIVEIRA, E. G. 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.

STEEL, R. G. D.; TORRIE, J. H.; DICKEY, D. A. **Principles and procedures of statistics: a biometrical approach.** 3. ed. Boston: WCB/Mc-Graw Hill, 1996. 666 p.

SWENSON, M; O'REECE, W. **Dukes: fisiologia dos animais domésticos.** Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996. 856 p.

TAKAHASHI, L. S.; BILLER, J. D.; TAKAHASHI, K. M. **Bioclimatologia zootécnica.** Jaboticabal: [s.n.], 2009. p. 13-39.

THRALL M. A.; BAKER, D. C.; CAMPBELL, T. W. et al. **Veterinary hematology and clinical chemistry.** Lippincott: Williams & Wilkins, 2004. 618 p.

TINOCO, I. F. F. Avicultura industrial: novos conceitos de materiais, concepções e técnicas construtivas disponíveis para galpões avícolas brasileiros. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v. 3, n. 1, p.1-26, 2001.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE- USDA. **Egg grading manual.** Washington: United States Department of Agriculture, 2000. Disponível em: < <https://www.ams.usda.gov/publications/content/egg-grading-manual>>. Acesso em: 14 jan 2018.

VIEITES, F. M.; MORAES, G. H. K.; ALBINO, L. F. T.; ROSTAGNO, H. S.; ATENCIO, A.; VARGAS JUNIOR, J. G. Balanço eletrolítico e níveis de proteína bruta sobre o desempenho, o rendimento de carcaça e a umidade da cama de frangos de corte de 1 a 42 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n. 6, p.1990- 1999, 2005.

VOGT, L. K. **Avaliação da imunocompetência e alternativas para a modulação nutricional de frangos de corte.** 2005. 160 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

ZINKL, J. G. Avian hematology. In: JAIN, N. C. **Schalm's veterinary hematology**. 4th ed. Philadelphia: Lea & Febiger, 1986. p. 256-273.