

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”

FACULDADE DE ENGENHARIA - CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA

DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA E ZOOTECNIA

LETÍCIA GUERRA ALDRIGUI

**EQUILÍBRIO ELETROLÍTICO COMO ESTRATÉGIA NUTRICIONAL PARA
PREVENIR QUEDA NO DESEMPENHO DE POEDEIRAS COMERCIAIS EM
CONDIÇÕES DE ALTA TEMPERATURA**

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia–Unesp, Campus de Ilha Solteira, para obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia Animal.

Prof.^a Dr.^a Rosemeire da Silva Filardi
Orientadora

Prof. Dr. Manoel Garcia Neto
Coorientador

Ilha Solteira

2014

FICHA CATALOGRÁFICA

Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

A365e Aldrigui, Leticia Guerra.
Equilíbrio eletrolítico como estratégia nutricional para prevenir queda no desempenho de poedeiras comerciais em condições de alta temperatura / Leticia Guerra Aldrigui. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2014
51 f. : il.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Área de conhecimento: Produção Animal, 2014

Orientador: Rosemeire da Silva Filardi

Co-orientador: Manoel Garcia Neto

Inclui bibliografia

1. Balanço eletrolítico. 2. Qualidade do ovo. 3. Desempenho.



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: Equilíbrio eletrolítico como estratégia nutricional para prevenir queda no desempenho de poedeiras comerciais em condições de alta temperatura

AUTORA: LETÍCIA GUERRA ALDRIGUI

ORIENTADORA: Profa. Dra. ROSEMEIRE DA SILVA FILARDI

CO-ORIENTADOR: Prof. Dr. MANOEL GARCIA NETO

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre 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 de Ilha Solteira

Profa. Dra. NILCE MARIA SOARES
Instituto Biológico, Centro Avançado de Pesquisa Tecnológica do Agronegócio Avícola

Data da realização: 27 de fevereiro de 2014.

CERTIFICADO

Certificamos que o protocolo nº 008/2012/CEUA, referente ao projeto **"Equilíbrio eletrolítico como estratégia nutricional para prevenir queda no desempenho de poedeiras comerciais em condições de alta temperatura"**, sob a responsabilidade da Professora Doutora Rosemeire da Silva Filardi, está de acordo com os Princípios Éticos da Experimentação Animal adotados pelo Colégio Brasileiro de Experimentação Animal (COBEA) e foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Faculdade de Engenharia da UNESP/Ilha Solteira.

Ilha Solteira, 19 de novembro de 2012.



Profa. Dra. Rosicleire Veríssimo Silveira
Vice-Presidente da Comissão de Ética no Uso de Animais

Que o homem domine os peixes do mar, as aves do céu, os animais domésticos,
todas as feras e todos os répteis que rastejam sobre a terra.

Gênesis 1, 26

AGRADECIMENTOS

A Deus e a Virgem Maria, por derramarem sobre mim tantas bênçãos e me sustentarem nos momentos de maior dificuldade.

Aos meus pais, não apenas pelo apoio, mas também por participarem dessa conquista. Por trabalharem comigo embaixo de sol e chuva, montando gaiolas, carregando galinhas e passando algumas tardes analisando ovos. MUITO OBRIGADA, essa conquista não é minha, é NOSSA.

À Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pelo incentivo e oportunidade que oferece aos novos pesquisadores, pela concessão da bolsa (Processo 2012/09329-2) e pelo apoio financeiro (Processo 2012/13348-2), pois sem esse apoio o trabalho não seria possível.

À minha orientadora, Rosemeire da Silva Filardi, por estar presente em todos os momentos, transmitir seu conhecimento e torcer pelo meu crescimento. Obrigada pela confiança, amizade e carinho. Agradeço pela oportunidade de ser sua orientada e “filha”.

Aos meus mestres Manoel Garcia Neto, Gláucia Amorim Faria e José Ricardo Turqueti. Obrigada pelos ensinamentos e por estarem dispostos a enfrentar junto comigo os obstáculos que pareciam impossíveis. Agradeço por serem profissionais brilhantes, que me inspiram cada dia mais.

Aos professores do Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia Animal pelos ensinamentos. Em especial ao professor Antônio Carlos de Laurentiz por contribuir para que o experimento fosse realizado.

Aos meus amigos Leonardo e Mariana, pelos momentos de trabalho braçal intenso, madrugadas em frente ao computador e principalmente pelos momentos de amizade e lazer. Obrigada pelo bom humor, por transformarem os momentos difíceis, em risos.

Aos meus companheiros: Sérgio Turra, André Santana, Vanessa Kodaira, Fabiano Neves, Rodolfo Domingues, Diogo Vivaz, Caio dos Ouros, Cláudio Donizete,

Erica, Naiara, Maria Clara, Ariane, Marcela. Obrigada pela ajuda, sem vocês esse trabalho não seria possível. Maíra Faretto, Marcel Pinna, Túlio Montagnana, Bruno Akechi, David Braite, Kaio Chaboli, Adriel Melo e Toca da Ursa, obrigada por se fazerem presentes em minha vida.

Aos meus irmãos do Grupo de oração universitário (GOU), pela amizade e carinho.

Agradeço a Thaís, Renan, Cecília, Sílvia, Leandro, Maria Clara, Ana Laura, Diego Feitosa, Luís Cardassi e Gabriel (Pitchula) por serem tão importantes em minha vida, Obrigada.

Ao meu amigo, companheiro e namorado Ricardo Rangel, pela compreensão, apoio e amor.

Aos meus familiares pela ajuda incondicional, por me ajudarem a “voar” mais alto.

À Cargil, pelas doações que possibilitaram a realização do experimento.

A Todos os funcionários da Unesp, que sempre me ajudaram e tornaram os trabalhos mais prazerosos.

RESUMO

Altos valores de temperatura e umidade relativa do ar podem ocasionar estresse calórico nas aves. Isso ocorre devido ao aumento do pH sanguíneo, desencadeado pelo aumento da frequência respiratória do animal, levando a uma alcalose respiratória. Para minimizar esse problema é possível manipular a dieta das aves favorecendo o balanço e a relação eletrolítica a fim de evitar os distúrbios acido-básicos e, conseqüentemente, diminuir as perdas, principalmente aquelas relacionadas à mortalidade e fragilidade de casca do ovo. Sendo assim, com o presente estudo avaliou-se o desempenho, a qualidade de ovos, composição de excretas e viabilidade econômica de poedeiras comerciais criadas em condições de alta temperatura e submetidas a três balanços eletrolíticos (140, 210 e 280 mEq.kg⁻¹) e 3 relações eletrolíticas (2:1; 3:1 e 4:1) na dieta, utilizando-se para isso diferentes níveis de sódio (Na), potássio (K) e cloro (Cl) em rações formuladas por programação não linear em software livre. Foram utilizadas 216 poedeiras, distribuídas em um delineamento experimental inteiramente casualizado em arranjo fatorial 3 x 3 (Balanço eletrolítico x Relação eletrolítica) com 4 repetições compostas de 6 aves em cada parcela experimental. O experimento teve duração de 3 ciclos de 28 dias cada. Ao final do último ciclo foi realizado um ensaio metabólico para determinar a umidade das excretas e a retenção de nitrogênio, cálcio e fósforo. Os balanços e relações eletrolíticas apresentaram pouca interferência sobre os parâmetros produtivos e de qualidade dos ovos, demonstrando que as poedeiras são mais resistentes às situações adversas do que os frangos de corte. Entretanto pode-se inferir que em rações com BE de 140 e 210 mEq.kg⁻¹ a relação 4:1 apresenta-se antieconômica, encarece a produção em 4,36%, e além disso essa relação associada ao do BE de 140 mEq.kg⁻¹ determina uma menor retenção de cálcio, enquanto que a combinação do BE 280 mEq.kg⁻¹ com a relação 2:1 permitiu melhor aproveitamento do nitrogênio da dieta.

Palavras-chave: Balanço eletrolítico. Desempenho. Qualidade do ovo. Relação Eletrolítica.

ABSTRACT

High values of temperature and relative humidity can cause heat stress in birds. This is due to the increased blood pH, triggered by the increase in the respiratory rate of the animal, leading to respiratory alkalosis. To alleviate this problem it is possible to manipulate the diet of the birds, and promoting electrolyte balance relation in order to prevent the acid - base disturbances and hence reduce losses, especially those related to mortality and fragility of the egg shell. Thus, the present study evaluated the performance, egg quality, composition of excreta and economic feasibility of laying hens reared in conditions of high temperature and subjected to three electrolyte balance (140, 210 and 280 mEq.kg⁻¹) 3 and electrolytic relations (2:1, 3:1 and 4:1) in the diet using it for varying levels of sodium (Na), potassium (K) and chlorine (Cl) in diets for nonlinear programming free software. 216 laying hens, distributed in a completely randomized factorial 3 x 3 (electrolyte balance x electrolytic Value) with 4 replicates composed of 6 birds in each experimental plot were used. The experiment lasted for 3 cycles of 28 days each. At the end of the last cycle a metabolic assay was performed to determine the moisture of faeces and retention of nitrogen, calcium and phosphorus. The balance sheets and electrolytic contact showed little influence on production parameters and egg quality, demonstrating that the layers are more resistant to adverse conditions than broilers. However it can be inferred that in diets with and BE 140 210 mEq.kg⁻¹ presents 4:1 wasteful, costly to produce at 4.36%, and besides that associated with the ratio of BE 140 mEq . kg⁻¹ determines a lower calcium retention, whereas the combination of BE-1 280 mEq.kg 2:1 ratio with the best possible utilization of dietary nitrogen.

Palavras-chave: Egg quality. Electrolyte balance. Electrolytic relation. Performance.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	- Esquema de distribuição de BE e RE, fatorial 3x3.	24
Tabela 2	- Rações experimentais com balanço eletrolítico de 140 mEq.kg-1 e relações eletrolíticas de 2:1, 3:1 e 4:1.	27
Tabela 3	- Rações experimentais com balanço eletrolítico de 210 mEq.kg-1 e relações eletrolíticas de 2:1, 3:1 e 4:1.	16
Tabela 4	- Rações experimentais com balanço eletrolítico de 280 mEq.kg-1 e relações eletrolíticas de 2:1, 3:1 e 4:1.	17
Tabela 5	- Custo (R\$.kg-1) dos ingredientes utilizados para formulação das rações.	20
Tabela 6	- Valores médios encontrados em cada ciclo para as temperaturas e umidades médias, máximas e mínimas.	34
Tabela 7	- Resumo da análise de variância e dos valores médios encontrados para as variáveis de desempenho analisadas.	25
Tabela 8	- Valores médios para a variação de peso corporal em função do balanço eletrolítico e da relação eletrolítica.	27
Tabela 9	- Resumo da análise de variância e dos valores médios encontrados para as variáveis de qualidade do ovo analisadas.	28
Tabela 10	- Médias, valores de significância e coeficientes de variação para índice bioeconômico das dietas analisadas.	29
Tabela 11	- Valores médios encontrados durante o ensaio de metabolismo para consumo de ração, umidade das excretas e porcentagens de retenção de cálcio (Ca), fósforo (P) e nitrogênio (N).	30
Tabela 12	- Valores médios encontrados durante o ensaio de metabolismo para porcentagem de matéria seca das excretas (%) em função do balanço eletrolítico e da relação eletrolítica.	30

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** - Valores de temperatura registrados durante o experimento na 22
estação agrometeorológica de Ilha Solteira.
- Figura 2** - Valores de umidade relativa do ar registrados durante o 22
experimento na estação agrometeorológica de Ilha Solteira
- Figura 3** - Índices de Temperatura e Umidade diariamente em cada ciclo (1, 2 23
e 3), durante o experimento.
- Figura 4** - Ave com crista cianótica 24

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1. Índice Relativo (IR) - Relação entre cátions e ânions.....	05
Equação 2. Média recomendada pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET)....	11
Equação 3. Índice de Temperatura e Umidade.....	12
Equação 4. Fórmula do balanço eletrolítico de Mongin.....	12
Equação 5. Fórmula utilizada para calcular o BE no experimento.	12
Equação 6. Relação eletrolítica proposta por Mongin.....	13
Equação 7. Fórmula utilizada para calcular a relação eletrolítica no experimento.	13
Equação 8. Fórmula utilizada calcular o Índice Bioeconômico (INBE).	19
Equação 9. Modelo estatístico utilizado para análise dos dados do experimento.	20

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	1
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1	ESTRESSE TÉRMICO EM AVES.....	3
2.2	EQUILÍBRIO ELETROLÍTICO.....	4
2.2	QUALIDADE DOS OVOS.....	9
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	11
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	22
5	CONCLUSÃO.....	32
6	REFERÊNCIAS.....	33

1 INTRODUÇÃO

O ovo de galinha é uma ótima fonte de aminoácidos e proteína, nele é encontrada a maioria dos aminoácidos essenciais para a nutrição humana. É fonte de alimento de alto valor biológico e de baixo custo.

Segundo a União Brasileira de Avicultura (UBABEF), apenas um por cento da produção nacional é destinada a exportação, 99% são destinados para atender o mercado interno brasileiro, sendo que em 2012 o consumo de ovos per Capita no Brasil chegou a 161,53 ovos por ano.

Para que as características nutricionais do ovo sejam conservadas, o mesmo possui uma camada protetora: a casca. Esta, portanto, é responsável pela manutenção da qualidade das características internas. A casca é constituída por aproximadamente 39% em massa do elemento Cálcio (Ca), sendo que sua absorção pode ser influenciada por níveis de proteína e energia, pH intestinal, vitamina D, fósforo, entre outros (JUDICE et al., 2002).

Outro fator importante que afeta a absorção de cálcio, e desta forma afeta a qualidade da casca dos ovos, é o desequilíbrio eletrolítico, ou seja, alterações na homeostase ácido-básico, caracterizada pela alcalose respiratória, sendo o estresse calórico um dos principais agentes desencadeadores do quadro (MONGIN, 1981). Essa falta de equilíbrio eletrolítico pode resultar em diminuição no consumo de ração e, conseqüentemente, em ovos pequenos e de casca fina. Isso ocorre, principalmente, porque a alcalose afeta a disponibilidade de cálcio no sangue, sendo que esse mineral pode ser encontrado nas seguintes formas: cálcio ligado à proteína, cálcio complexado com ácidos orgânicos e cálcio na forma livre, sendo essa última, a forma utilizada pelas aves para a formação da casca do ovo (MACARI et al., 2004).

A preocupação com a alimentação das aves e a ação dos ingredientes das rações sobre a manutenção do pH sanguíneo é um princípio estudado há mais de 60 anos, tanto em relação às mudanças fisiológicas que ocorrem nas aves como nas modificações dos parâmetros zootécnicos relacionados. 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 para afetar favoravelmente o balanço ácido-base do sangue. Posteriormente, Mongin (1981) definiu que para uma ave manter sua homeostase ácido-básico em equilíbrio, é necessário que

sua ingestão dietética catiônica somada à produção endógena de ácidos (H^+), menos a diferença catiônica excretada, seja igual à zero.

A escolha dos minerais, K, Na e Cl, está relacionada à importância que desempenham no metabolismo, pela participação no balanço osmótico, no balanço ácido-básico e na integridade dos mecanismos que regulam o transporte através das membranas celulares. Assim, o balanço desses minerais age diretamente no equilíbrio ácido-básico das aves, podendo influenciar o seu desempenho por comprometer muitas funções metabólicas (JUDICE et al., 2002). Desta forma, a aplicação do conceito de equilíbrio eletrolítico é utilizada como estratégia para reduzir a alcalose respiratória decorrente da exposição das aves a altas temperaturas (BALNAVE; MUHEEREZA, 1997; BORGES, 2006).

Diante do contexto exposto, o presente trabalho tem como objetivo a introdução de dietas com diferentes balanços e relações eletrolíticas para poedeiras comerciais da linhagem Lohmann mantidas em condições de altas temperaturas. Para adequação destas dietas foram utilizados diferentes níveis de sódio (Na), potássio (K) e cloro (Cl) em rações formuladas por programação não linear em software livre (Programa Prático de Formulação de Rações - PPFR-Poedeiras

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 ESTRESSE TÉRMICO EM AVES

As aves, assim como os mamíferos, são animais endotérmicos, que através de uma região termorreguladora, o hipotálamo, são capazes de regular a temperatura corporal. O hipotálamo possui duas regiões importantes para exercer essa função, a região anterior que detecta o aumento da temperatura, e a posterior, sensível à diminuição da temperatura corporal. Através desses processos o hipotálamo envia sinais ao centro do sistema nervoso, que através de mecanismos fisiológicos e alterações no comportamento do animal conseguem normalizar a temperatura corporal. (BORGES; SILVA; MAIORKA, 2003; MACARI et al., 1994)

Em situações de estresse calórico as aves tendem a afastar as asas do contato com o corpo, aumentando assim a superfície de contato com o ambiente, facilitando a ventilação e a troca de calor. Além disso, aumentam o consumo de água e a frequência respiratória (BORGES; SILVA; MAIORKA, 2003).

Com o aumento na frequência respiratória ocorre um desequilíbrio no pH sanguíneo, pois as aves diminuem a concentração de dióxido de carbono circulante, que consequentemente diminui a pressão parcial de CO_2 , ácido carbônico e hidrogênio (H^+). Essa alteração provoca aumento da excreção do íon bicarbonato e diminuição da excreção de hidrogênio pelos rins, a fim de restaurar o equilíbrio ácido-base da ave. Quando o equilíbrio ácido-base não é reestabelecido, há o aumento do pH sanguíneo, desencadeando alcalose respiratória, distúrbio metabólico que interfere nos índices produtivos das aves, podendo levá-las a morte. (BORGES, 2001; BORGES; SILVA; MAIORKA, 2003).

Na criação comercial de poedeiras, além das porcentagens de postura e peso dos ovos, a qualidade da casca é influenciada pela alcalose respiratória. Com o aumento do pH sanguíneo o processo de deposição do carbonato de cálcio na superfície do ovo é dificultado, resultando em ovos com cascas mais finas, suscetíveis a trincas e com menor tempo de prateleira (MACARI et al., 2004).

No Brasil existem 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, associada à umidade relativa excessiva, influencia adversamente o desempenho das aves, principalmente quando a movimentação do ar é limitada (DONKOH; ATUAHENSE, 1988), estabelecendo-se assim uma situação de estresse calórico.

De acordo com Rozenboim et al. (2007), após dois dias de exposição das aves ao estresse térmico, há uma diminuição no peso do ovo e um decréscimo de 20% na produção. Além disso, a exposição prolongada também afeta a qualidade da casca do ovo, parâmetro de extrema importância que influencia no tempo de prateleira do produto, na conservação do valor nutritivo do ovo e na sua comercialização, sendo que as perdas por trincas e/ou rachaduras representam cerca de 6,0 a 12,3% ao ano (VICENZI, 1996).

Apesar dos inúmeros estudos, a perda na qualidade da casca do ovo ainda é um problema econômico grave e de difícil solução por sofrer influência de fatores genéticos, problemas de saúde no plantel, práticas de manejo, adequação nutricional e condições ambientais.

2.2 EQUILÍBRIO ELETROLÍTICO

Segundo Mongin (1981), o cloro (Cl), o potássio (K) e o Sódio (Na) são elementos essenciais para manutenção do equilíbrio ácido-base e da pressão osmóticas dos líquidos corporais. Essa característica é atribuída ao fato de pertencerem a substâncias que dissociadas formam íons, ou seja, espécies químicas eletricamente carregadas que facilmente estabelecem ligação iônica com outras espécies através de interação eletrostática.

De forma pontual, eletrólitos são soluções formadas por íons, característica que permite a passagem de corrente elétrica pelo meio. Esses atributos corroboram para que essas substâncias tenham influência sobre o equilíbrio ácido-base sanguíneo, necessitando cautela para serem usados dentro dos níveis recomendados para cada espécie animal (MONGIN, 1981).

Alguns estudos são direcionados ao desenvolvimento de expressões simplificadas de balanço eletrolítico, de forma a identificar os valores críticos e a relação mais apropriada entre eletrólitos, para utilização e aplicação na formulação para variadas espécies (HAYDON; WEST, 1990; ROSS; SPEARS; GARLICH, 1994; WILDMAN; WEST; BERNARD, 2007).

Para Melliere e Forbes (1966) a equação que melhor explica a relação entre cátions e ânions, chamado de índice relativo (IR), está ilustrada abaixo:

$$IR = \frac{mEq \text{ cations}}{mEq \text{ ânions}} \quad (1)$$

Sendo que os cátions a serem considerados são: Ca^+ , Mg^+ , Na^+ e K^+ , e os ânions: PO_4^- , Cl e SO_4^- .

Em relação às aves, o balanço eletrolítico da ração pode ser calculado, segundo os níveis totais de Na, K e Cl dos ingredientes da ração, pela fórmula simplificada $[Na^+] + [K^+] - [Cl^-]$ (JOHNSON; KARUNAJEEWA, 1985; MONGIN, 1981; VIEITES et al., 2005), sendo expresso em $mEq.kg^{-1}$ da dieta ou ainda pelas relações $([Na^+] + [K^+]).[Cl^-]^{-1}$ (COHEN; HURWITZ; BAR, 1972; COHEN; HURWITZ, 1974; JUNQUEIRA et al., 2000) ou $([K^+] + [Cl^-]).[Na^+]^{-1}$ (MONGIN, 1981; AHMAD; SARWAR, 2006), embora o emprego desta última relação seja mais escasso.

Normalmente as rações para poedeiras apresentam uma diferença ácido-básico entre 160 e 200, valor expresso em miliequivalentes por quilograma de peso ($mEq.kg^{-1}$). A alta concentração de ânions na dieta (baixo mEq) diminui a qualidade da casca dos ovos e baixa o pH sanguíneo, enquanto alta concentração de cátions (alto mEq) está associada à melhora da qualidade da casca dos ovos e ao aumento no pH do sangue (MILES; ROSSI, 1984).

Entretanto, segundo alguns estudos (LEWIS et al., 1972; TALBOT, 1978; MONGIN, 1981), o balanço eletrolítico de uma ração não deve ser feito apenas com base no cálculo da diferença entre a concentração de cátions e ânions ($[Na^+] + [K^+] - [Cl^-]$), mas também considerando-se uma proporção adequada entre K e Na. Além disso, Cohen, Hurwitz e Bar (1972) confirmaram que alterações nas relações sódio/cloro podem ocasionar alcalose ou acidose metabólica, tendo sido relatado ainda, que aves têm maior tolerância ao excesso de K que ao de Na (SAVEUR; MONGIN, 1978), sendo que o excesso de Na pode causar elevada excreção de fósforo, resultando em deficiência

(HOOGE, 1995), e o excesso de ingestão de Na e K favorece uma maior excreção de água (OLIVEIRA et al., 2003). Por outro lado, o excesso de cloro na dieta diminui o pH sanguíneo das aves, a menos que o cloro seja balanceado por concentrações equivalentes de sódio ou potássio (AUSTIC; KESHAVARZ, 1984).

Segundo Gezen, Eren e Deniz (2005), com base nos estudos de Mongin (1981), o equilíbrio ácido-básico da dieta para o Na, K e Cl; antes considerados somente para atender uma exigência mínima para cada fase da criação (NRC, 1994); deveria ter suas proporções ajustadas para um melhor balanço eletrolítico, objetivando um ótimo desempenho pela manutenção da homeostase ácido-básico fisiológica da ave.

A partir da importância que o balanço ácido-básico tem sobre a produção animal, é necessário maior cuidado na formulação das dietas, uma vez que um desequilíbrio eletrolítico afeta o consumo de ração e o desenvolvimento das aves (BORGATTI et al., 2004; RIDDELL, 1975), a imunidade (SAVEUR, 1984), a expressão do potencial genético dos animais (THORP et al., 1993), bem como nas respostas ao estresse térmico (FURLAN, 2006; TEERTER et al., 1985), além de sua interferência no metabolismo dos aminoácidos (HARA et al., 1987), de minerais (LUTZ, 1984) e das vitaminas (REDDY et al., 1982; THORP et al., 1993), o que demonstra a necessidade de um maior entendimento dessas interações (BORGATTI et al., 2004; PESTI et al., 1999). Como os eletrólitos são responsáveis pela manutenção da água corporal e do balanço iônico, a concentração ideal de Na^+ , K^+ e Cl^- não pode ser determinada independentemente, devido às interações entre esses íons na dieta e, posteriormente, no metabolismo das aves (COHEN et al., 1972; NOBAKHT et al., 2006). Isso evidencia a importância de uma ração apresentar um balanço eletrolítico favorável, todavia, ainda persistem dúvidas sobre como adequar melhor uma dieta a esse novo conceito, se por diferença ($\text{Na}^+ + \text{K}^+ - \text{Cl}^-$), relações ($[\text{K} + \text{Cl}].\text{Na}^{-1}$] ou $[(\text{K} + \text{Na}).\text{Cl}^{-1}]$) ou por ambas (diferença e relação), além da definição dos valores mais apropriados segundo à fase de criação (BORGATTI et al., 2004).

A preocupação dos nutricionistas é estabelecer o balanço da dieta para fornecimento de cátions e ânions (LEESON et al., 2006), uma vez que a manipulação dos eletrólitos da dieta é simples, prática e econômica, e que as exigências para Na, K e Cl já estão claramente definidas (NRC, 1984; ROSTAGNO et al., 2011). Segundo Leeson et al., (2006), o balanço eletrolítico pode afetar o metabolismo de vários aminoácidos, principalmente em relação à lisina e arginina.

Portanto, há necessidade de se conhecer e compreender melhor essas interações, com o intuito de se obter formulações de rações com melhores ajustes nutricionais, e assim não favorecer distúrbios metabólicos através do desequilíbrio ácido-básico de dietas para aves (COELLO et al., 2008).

Embora o balanceamento adequado dos eletrólitos na dieta de poedeiras seja extremamente importante para a manutenção da homeostase ácido-básico, a atenção dos nutricionistas para este requisito é restrita. Existem algumas justificativas pela falta de interesse, como por exemplo, o fato dos níveis de potássio estarem quase sempre em excesso nas rações e o sódio e cloro estarem facilmente disponíveis no cloreto de sódio (NaCl), além de serem de baixo custo. Entretanto, o nível de NaCl (sal comum) utilizado na ração não é ajustado para estes elementos de acordo com os ingredientes utilizados.

Os efeitos adversos do excesso de cloreto de sódio, acima dos níveis necessários, sobre a qualidade da casca do ovo foram relatados por vários pesquisadores e parecem estar relacionados ao efeito da acidificação do cloreto sobre o fluido uterino e sua ação inibitória sobre a anidrase carbônica (YOSELEWITZ; BALANAVE, 1989). Porém, para minimizar esses efeitos adversos do NaCl, este poder ser substituído por bicarbonato de sódio, uma vez que este sal é capaz de fornecer adequadas concentrações de sódio à ave, além do íon bicarbonato, e melhorar a qualidade da casca dos ovos (HOOGE, 1995; JUNQUEIRA et al., 2000).

O bicarbonato de sódio (NaHCO_3), assim como o carbonato de potássio (K_2CO_3), cloreto de amônia (NH_4Cl), cloreto de potássio (KCl) e cloreto de cálcio (CaCl_2) são os principais sais utilizados para manipular o balanço eletrolítico e as relações eletrolíticas das rações para aves em condições de estresse calórico (BORGES, 2001). Estudos com o objetivo de avaliar níveis de sódio, diferentes balanços eletrolíticos ou relações eletrolíticas de rações para poedeiras utilizam essas diferentes fontes de sódio, cloro e potássio, porém os resultados destes estudos ainda são pouco consistentes e contraditórios.

Estudando o efeito da utilização de diferentes fontes de sódio (Na), cloro (Cl) e potássio (K), bem como os níveis desses eletrólitos na dieta e a relação $(\text{Na} + \text{K})/\text{Cl}$ (3,46; 4,46; 5,46 e 6,46), para poedeiras Hy-Line White, com 54 semanas de idade, Junqueira et al. (2000) não observaram efeitos das relações $([\text{Na}^+] + [\text{K}^+]) \cdot [\text{Cl}^-]^{-1}$ na qualidade da casca, porém o melhor peso dos ovos foi obtido com as relação de 3,46 e

4,46, utilizando os níveis de 0,16%Na, 0,20%Cl e 0,73%K e 0,17% Na, 0,26% Cl e 0,73% K, respectivamente.

Por outro lado, em um experimento com poedeiras, Faria et al. (2000) observaram que rações apresentando relações sódio:cloro de 1,2:1, equilíbrio eletrolítico de 145,48 mEq.kg⁻¹ e relação $([Na^+] + [K^+]).[Cl^-]^{-1}$ de 4,62 determinaram melhor qualidade de casca em relação às rações que apresentavam sódio:cloro de 0,74:1, equilíbrio eletrolítico de 120,13 mEq.kg⁻¹ e relação $([Na^+] + [K^+]).[Cl^-]^{-1}$ de 2,73.

Em estudos com poedeiras de primeiro e segundo ciclo de produção, Murakami et al. (2003), utilizando rações com níveis crescentes de sódio (0,12; 0,15; 0,18; 0,21 e 0,24% no primeiro ciclo e 0,13; 0,15; 0,17; 0,19 e 0,21% no segundo ciclo) e de balanços eletrolíticos (205, 218, 231, 243 e 246 mEq.kg⁻¹ no primeiro ciclo e 174, 183, 192, 200 e 209 mEq.kg⁻¹ no segundo ciclo), observaram que os níveis de sódio e os balanços eletrolíticos não afetaram significativamente o desempenho ou a qualidade externa dos ovos nas duas fases avaliadas. Os autores recomendaram então 0,12% de sódio, em dietas com 205 mEq.kg⁻¹, para poedeiras no primeiro ciclo de produção, e 0,13% de sódio, em dietas com 174 mEq.kg⁻¹, para poedeiras no segundo ciclo de produção.

Nobakht et al. (2006) e Nobakht et al. (2007), avaliando o efeito de diferentes balanços eletrolíticos (0, 120, 240 e 360 mEq.kg⁻¹) em rações para poedeiras entre 55 e 65 semanas em condições de estresse calórico e poedeiras entre 24 e 34 semanas de idade, respectivamente, observaram nos dois estudos que os índices de desempenho não foram afetados pelos diferentes balanços eletrolíticos, porém os efeitos sobre os parâmetros relacionados à casca indicam que o aumento no balanço eletrolítico para 360 mEq.kg⁻¹ determina melhoria na qualidade de casca tanto na fase pós pico como na fase inicial de postura.

Na literatura, os estudos tratando da relação eletrolítica $([K^+] + [Cl^-]).[Na^+]^{-1}$ são raros (AHMAD; SARWAR, 2006), apesar de o conceito ter sido proposto desde 1981 (MONGIN, 1981), possivelmente pelas limitações da utilização dessa estratégia nutricional na planilha de cálculo para formulação de rações, uma vez que a maioria utiliza programação linear. Entretanto, com o uso da ferramenta Solver da planilha Excel da Microsoft® é possível introduzir na formulação da ração as equações matemáticas necessárias para viabilizar tanto o balanço (BE) como a relação eletrolítica (RE) de uma dieta (GARCIA NETO, 2008). O uso de um programa de formulação de

rações de uso livre, o PFFR (Programa fácil de formulação de rações), que utiliza programação não linear, permite o balanceamento das rações considerando, além das recomendações nutricionais dos nutrientes, o balanço eletrolítico e diferentes relações entre cátions e ânions. Cabe salientar que o programa emprega como base as recomendações mínimas nutricionais das Tabelas Brasileiras de 2011 (ROSTAGNO et al., 2011) e o conteúdo de K, de Na e de Cl dos alimentos já está incluso nas referidas tabelas (composição química dos alimentos), com o propósito de facilitar o cálculo do balanço eletrolítico das rações para aves.

2.3 QUALIDADE DOS OVOS

Para que os ovos estejam em condições de consumo, devem ser bem conservados durante o período de comercialização para evitar que percam suas qualidade nutricionais. Isso se deve ao processo de perda de água e gás carbônico que começa assim que o ovo entra em contato com o ambiente. Esse processo de desidratação e oxidação é acelerado com o aumento da temperatura ambiente, por isso que ambientes controlados, com baixas temperaturas ajudam a manter por mais tempos as qualidade do ovo (AUSTIC; NESHEIM, 1990; MORENG; AVENS, 1990).

De acordo com Gonzales e Blas (1991), altas temperaturas refletem negativamente nas características de qualidade dos ovos, devido a transpiração do ovo, aumentando as perdas de CO₂ e água para o meio externo, diminuindo o peso inicial do ovo. A perda da qualidade do ovo aumenta com o passar dos dias de estocagem (VÉRAS et al. 2000; SILVERSIDES; SCOTT, 2001).

Para que a qualidade interna do ovo seja medida, são analisados a densidade, unidade Haugh, porcentagens de gema, clara e casca, além da espessura da casca. A unidade Haugh necessita da altura do albúmen denso para ser calculada, isso se deve ao fato de que com o passar do tempo, o albúmen denso vai se liquidificando, por isso quanto mais velho o ovo, menor a altura do albúmen (ALLEONI; ANTUNES, 2001), por isso é a medida mais utilizada para medir a qualidade do albúmen.

De acordo com a United States Department of Agriculture (USDA, 2000), ovos com os valores de unidade Haugh acima de 72 UH são classificados com o albúmen denso, entre 60 e 72 UH são considerados razoavelmente densos e abaixo de 60 UH são considerados de baixa viscosidade.

As proporções de gema e albúmen dependem da linhagem das aves, idade das aves, dieta e consumo de ração, sendo que um menor consumo de ração determina menor consumo de proteína e aminoácidos sulfurados, afetando conseqüentemente no tamanho da gema (BRUMANO et al., 2010).

Além disso, para que os ovos cheguem com qualidade à mesa do consumidor necessitam da conscientização e dos cuidados dos colaboradores envolvidos na manipulação e distribuição dos ovos.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado entre os meses de dezembro de 2012 a março de 2013, no Setor de Avicultura da Faculdade de Engenharia da UNESP, Câmpus de Ilha Solteira.

A instalação utilizada foi um galpão convencional de postura (3,5 m de largura e 2,4 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 m do piso. O comedouro utilizado foi do tipo calha galvanizada, percorrendo toda extensão frontal das gaiolas, e o bebedouro do tipo copo.

Durante todo o período experimental as aves receberam água e ração à vontade, sendo que o consumo de ração foi quantificado ao final de cada período. O regime de iluminação adotado foi o de 17 horas de luz.dia⁻¹, conforme preconizado no manual da linhagem.

Diariamente as temperaturas e as umidades (máxima e mínima) do galpão foram registradas através da Estação Agrometeorológica de Ilha Solteira, que fica a menos de 100 metros de local em que ocorreu o experimento. Para calcular as temperaturas médias diárias foi utilizado o método recomendado pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), ilustrado na Equação 2.

$$T_{med} = \frac{T_{9h} + T_{máx} + T_{mín} + (2 \cdot T_{21h})}{5} \quad (2)$$

T_{med} = temperatura média do ar

T_{9h} = temperatura do ar registrada às 9h

$T_{máx}$ = temperatura máxima do ar registrada

$T_{mín}$ = temperatura mínima do ar registrada

T_{21h} = temperatura mínima do ar registrada às 21h

Os valores de temperatura do ar (TA) e umidade relativa (UR) obtidos na estação agrometeorológica de Ilha Solteira foram utilizados na equação proposta por BUFFINGTON et al., (1997), que considera os dois fatores para gerar um Índice de

Temperatura e Umidade (ITU). Para a interpretação do ITU (Equação 2), foi determinado que valores acima de 72 indicam que a ave está em condições de estresse térmico (MORAES e OLIVEIRA, 2007)

$$ITU = \left(0,8 \cdot TA + \left(\frac{UR}{100} \right) \cdot (TA - 14,4) + 46,4 \right) \quad (3)$$

Foram utilizadas 216 poedeiras leves, da linhagem Lohmann, com 24 semanas de idade e distribuídas em 36 parcelas de seis aves cada. As aves foram selecionadas de acordo com o peso, de forma que cada unidade experimental (conjunto de seis aves) obtivesse o peso médio de $1,74 \pm 0,02$ quilogramas. O experimento foi dividido em três ciclos, sendo que cada ciclo foi composto por 28 dias.

Na Tabela 1 é apresentado o esquema de distribuição dos tratamentos.

Tabela 1 - Esquema de distribuição de BE e RE, fatorial 3x3.

Relação Eletrolítica**	Balanço eletrolítico (mEq.kg ⁻¹)*		
	140	210	280
2:1	Trat 1	Trat 4	Trat 7
3:1	Trat 2	Trat 5	Trat 8
4:1	Trat 3	Trat 6	Trat 9

Fonte: Próprio autor.

*BE= [Na⁺] + [K⁺] - [Cl⁻]

**RE= ([K⁺] + [Cl⁻]).[Na⁺]⁻¹

O balanço eletrolítico foi calculado a partir da fórmula descrita por Mongin (1968), como descrito na Equação 4.

$$BE \text{ (mEq.kg}^{-1}\text{)} = \text{mEqNa}^+ + \text{mEqK}^+ - \text{mEqCl}^- \quad (4)$$

Utilizando-se o valor calculado em porcentagem dos eletrólitos foi aplicada a fórmula apresentada na Equação 5.

$$BE = \frac{(\%Na^+) \cdot (10.000)}{22,99^*} + \frac{(\%K^+) \cdot (10.000)}{39,102^*} - \frac{(\%Cl^-) \cdot (10.000)}{35,453^*} \quad (5)$$

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

A relação eletrolítica (Equação 6) foi baseada no cálculo descrito por Mongin (1981).

$$RE = \frac{[K^+] + [Cl^-]}{[Na^+]} \quad (6)$$

O cálculo empregado para encontrar a RE a partir das porcentagens é apresentado na Equação 7.

$$RE = \frac{\frac{(\%K^+).(10.000)}{39,102^*} + \frac{(\%Cl^-).(10.000)}{35,453^*}}{\frac{(\%Na^+).(10.000)}{22,990^*}} \quad (7)$$

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

As rações experimentais foram formuladas para atender as recomendações mínimas de acordo com Rostagno et al. (2011), sendo utilizado para a formulação das rações os níveis de proteína bruta, cálcio, fósforo, sódio, cloro e potássio determinados nos ingredientes por meio de análise prévia. As rações foram isocalóricas, isocálcicas, isofosfóricas e isoprotéicas, variando, entretanto, os níveis de sódio, cloro e potássio para obtenção dos diferentes balanços e relações eletrolíticas.

As rações foram formuladas utilizando-se o Programa Prático de Formulação de Rações, PFR – Poedeiras (GARCIA, 2008), software livre encontrado no endereço eletrônico: <https://sites.google.com/site/ppfrparaexcel2007ousuperior/home>.

A composição percentual e nutricional de cada ração é apresentada nas Tabelas 2, 3 e 4.

Ao final de cada período de 28 dias os parâmetros avaliados foram: consumo de ração ($\text{g.ave}^{-1}.\text{dia}^{-1}$), produção (%), peso do ovo (g), massa de ovo ($\text{g.ave}^{-1}.\text{dia}^{-1}$), conversão por massa ($\text{kg de ração.kg de ovo}^{-1}$), porcentagem (%) de gema, de albúmen e de casca, espessura da casca (mm) e densidade do ovo (g.cm^{-3}) e Unidade Haugh.

Consumo ração - A avaliação do consumo de ração ($\text{g.ave}^{-1}.\text{dia}^{-1}$) foi determinada pela diferença entre a ração fornecida e a sobra no final de cada período

experimental, sendo corrigida para mortalidade, quando necessário. No caso de aves mortas durante o período, o consumo médio foi descontado e corrigido, obtendo-se o consumo médio verdadeiro para unidade experimental em questão.

Produção de ovos - A coleta dos ovos foi realizada uma vez ao dia (18h), sendo anotados em ficha de acompanhamento de produção, tendo sido o mesmo procedimento adotado para o registro da mortalidade. A produção dos ovos (%) foi calculada dividindo-se a quantidade de ovos totalizados por parcela pelo número de aves.

Peso médio ovos - Os ovos dos últimos dois dias de cada período foram pesados, esse valor foi dividido pelo número de ovos produzidos no dia para a obtenção do peso médio dos ovos (g).

Massa ovo - Os cálculos da massa de ovo ($\text{g.ave}^{-1}.\text{dia}^{-1}$) foram realizados pelo produto da produção de ovos (%) e do peso médio dos ovos (g) por parcela, dividindo-se por 100.

Tabela 2 - Rações experimentais com balanço eletrolítico de 140 mEq.kg⁻¹ e relações eletrolíticas de 2:1, 3:1 e 4:1.

Balanço Eletrolítico	140 mEq.kg ⁻¹		
	2:1	3:1	4:1
Ingredientes			
Milho (7,88%)	60,71	60,90	60,07
Soja Farelo (45%)	25,37	25,50	25,53
Calcário Calcítico	9,73	9,77	9,72
Óleo de Soja	1,50	1,52	1,68
Fosfato Bicálcico	1,13	1,13	1,12
Polimix PR - 101*	0,12	0,12	0,12
Cloreto de Na (NaCl)	1,05	0,53	0,53
Cloreto de K (KCl)	-	-	-
Cloreto de Ca (CaCl ₂)	-	0,10	0,38
Bicarbonato de Na (NaHCO ₃)	-	-	-
Sulfato de K (K ₂ SO ₄)	-	0,04	0,50
DL-Metionina	0,28	0,28	0,27
Lisina - HCL	0,06	0,06	0,03
L- Treonina	0,05	0,05	0,05
Total	100,00	100,00	100,00
Custo da ração (kg)	0,717	0,729	0,76
Composição Calculada			
Energia Met. Aves (kcal.kg ⁻¹)	2800	2800	2800
Proteína Bruta (%)	16,50	16,50	16,50
Cálcio(%)	4,02	4,02	4,02
P Disponível(%)	0,30	0,30	0,30
Potássio(%)	0,64	0,65	0,85
Sódio(%)	0,43	0,23	0,22
Cloro(%)	0,75	0,45	0,62
Ácido Linoléico(%)	2,17	2,17	2,26
Lisina Dig.(%)	0,83	0,83	0,80
Metionina Dig. (%)	0,50	0,50	0,50
Metionina + Cistina Dig. (%)	0,73	0,73	0,73
Treonina Dig. (%)	0,61	0,61	0,61
TriptofanoDig. (%)	0,18	0,18	0,18
BE= Na+K -Cl (mEq.kg ⁻¹)	140	140	140
RE= (K+Cl).Na ⁻¹	2	3	4

Fonte: Próprio autor

* composição por quilograma do produto: Vitamina A - 8.000.000 UI; Vitamina D₃ - 2 .100.000 UI; Vitamina E - 7.000 mg; Vitamina K₃ - 2.000 mg; Vitamina B1 - 1.000 mg; Vitamina B2 - 3.000 mg; Vitamina B6 - 700 mg; Vitamina B12 - 6.000 mcg; 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.

Tabela 3 - Rações experimentais com balanço eletrolítico de 210 mEq.kg⁻¹ e relações eletrolíticas de 2:1, 3:1 e 4:1.

Balanço Eletrolítico	210 mEq.kg ⁻¹		
	Relação Eletrolítica	2:1	3:1
Ingredientes			
Milho (7,88%)	60,80	60,60	60,30
Soja Farelo (45%)	25,50	25,44	25,49
Calcário Calcítico	9,76	9,73	9,72
Óleo de Soja	1,51	1,50	1,60
Fosfato Bicálcico	1,13	1,12	1,12
Polimix PR - 101*	0,12	0,12	0,12
Cloreto de Na (NaCl)	0,34	0,62	0,53
Cloreto de K (KCl)	-	-	0,25
Cloreto de Ca (CaCl ₂)	-	-	-
Bicarbonato de Na (NaHCO ₃)	0,45	-	-
Sulfato de K (K ₂ SO ₄)	-	0,52	0,52
DL-Metionina	0,30	0,27	0,27
Lisina - HCL	0,04	0,03	0,03
L- Treonina	0,05	0,05	0,05
Total	100,00	100,00	100,00
Custo da ração (kg)	0,723	0,714	0,767
Composição Calculada			
Energia Met. Aves (kcal.kg ⁻¹)	2800	2800	2800
Proteína Bruta (%)	16,50	16,50	16,50
Cálcio(%)	4,02	4,02	4,02
P Disponível(%)	0,30	0,30	0,30
Potássio(%)	0,64	0,85	0,98
Sódio(%)	0,27	0,26	0,22
Cloro(%)	0,26	0,43	0,50
Ácido Linoléico(%)	2,17	2,17	2,22
Lisina Dig.(%)	0,80	0,80	0,80
Metionina Dig. (%)	0,52	0,50	0,50
Metionina + Cistina Dig. (%)	0,76	0,73	0,73
Treonina Dig. (%)	0,61	0,61	0,61
TriptofanoDig. (%)	0,18	0,18	0,18
BE= Na+K -Cl (mEq.kg ⁻¹)	210	210	210
RE= (K+Cl).Na ⁻¹	2	3	4

Fonte: Próprio autor

* composição por quilograma do produto: Vitamina A - 8.000.000 UI; Vitamina D₃ - 2 .100.000 UI; Vitamina E - 7.000 mg; Vitamina K₃ - 2.000 mg; Vitamina B1 - 1.000 mg; Vitamina B2 - 3.000 mg; Vitamina B6 - 700 mg; Vitamina B12 - 6.000 mcg; 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.

Tabela 4 - Rações experimentais com balanço eletrolítico de 280 mEq.kg⁻¹ e relações eletrolíticas de 2:1, 3:1 e 4:1.

Balanço Eletrolítico	280 mEq.kg ⁻¹		
	Relação Eletrolítica	2:1	3:1
Ingredientes			
Milho (7,88%)	58,70	58,84	59,43
Soja Farelo (45%)	25,76	25,75	25,65
Calcário Calcítico	9,72	9,72	9,72
Óleo de Soja	2,17	2,10	1,90
Fosfato Bicálcico	1,13	1,12	1,12
Polimix PR - 101*	0,12	0,12	0,12
Cloreto de Na (NaCl)	0,91	0,82	0,53
Bicarbonato de Na (NaHCO ₃)	0,37	-	-
Sulfato de K (K ₂ SO ₄)	0,76	1,18	1,18
DL-Metionina	0,28	0,27	0,27
Lisina - HCL	0,03	0,03	0,03
L- Treonina	0,05	0,05	0,05
Total	100,00	100,00	100,00
Custo da ração (kg)	0,734	0,727	0,722
Composição Calculada			
Energia Met. Aves (kcal.kg ⁻¹)	2800	2800	2800
Proteína Bruta (%)	16,50	16,50	16,50
Cálcio(%)	4,02	4,02	4,02
P Disponível(%)	0,30	0,30	0,30
Potássio(%)	0,95	1,13	1,13
Sódio(%)	0,48	0,34	0,23
Cloro(%)	0,61	0,55	0,38
Ácido Linoléico(%)	2,47	2,46	2,36
Lisina Dig.(%)	0,80	0,80	0,80
Metionina Dig.(%)	0,50	0,50	0,50
Metionina + Cistina Dig. (%)	0,73	0,73	0,73
Treonina Dig. (%)	0,61	0,61	0,61
TriptofanoDig.(%)	0,18	0,18	0,18
BE= Na+K -Cl (mEq.kg ⁻¹)	280	280	280
RE= (K+Cl).Na ⁻¹	2	3	4

Fonte: Próprio autor

* composição por quilograma do produto: Vitamina A - 8.000.000 UI; Vitamina D₃ - 2.100.000 UI; Vitamina E - 7.000 mg; Vitamina K₃ - 2.000 mg; Vitamina B1 - 1.000 mg; Vitamina B2 - 3.000 mg; Vitamina B6 - 700 mg; Vitamina B12 - 6.000 mcg; 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.

Conversão alimentar - A conversão alimentar por massa de ovo foi calculada através da relação entre o consumo de ração ($\text{g.ave}^{-1}.\text{dia}^{-1}$) e massa de ovo produzida ($\text{g.ave}^{-1}.\text{dia}^{-1}$).

Componentes dos ovos - Ao final de cada período, foram selecionados três ovos por parcela para determinação da porcentagem de gema, de albúmen e de casca, após separação manual destes componentes. As cascas foram colocadas para secagem a temperatura ambiente por no mínimo 72 horas e pesadas em balança digital com precisão de 0,001. A porcentagem de cada um dos componentes do ovo foi obtida dividindo-se o peso do componente (g) pelo peso do ovo inteiro (g), multiplicando esse resultado por 100. A espessura da casca foi medida com o auxílio de um micrômetro digital com precisão de 0,001 mm em três pontos na linha mediana do ovo, com os quais se calculou a média aritmética.

A unidade Haugh (UH) foi calculada pela relação entre peso do ovo (g) e altura do albúmen (mm) utilizando-se a fórmula descrita por Card e Nesheim (1966): $UH = 100 \cdot \log(H + 7,57 - 1,7 W^{0,37})$, onde: H = altura do albúmen (mm) e W = peso do ovo (g). A altura do albúmen foi medida com a ajuda de um micrômetro digital (precisão de 0,001 mm), posicionado na parte mais alta do albúmen, distante das chalazas.

Densidade do ovo - A densidade específica foi determinada com todos os ovos íntegros produzidos nas últimas 24 horas dos dois dias de avaliação, adotando-se o procedimento de soluções de NaCl, de acordo com recomendação de Moreng e Avens (1990). Antes de cada avaliação, as densidades foram conferidas com densímetro de massa específica. A cada final de período experimental, todos os ovos de cada parcela foram imersos em diferentes soluções salinas com densidades entre 1,065 a 1,100 g.cm^{-3} com intervalo de 0,005 g.cm^{-3} . Os ovos foram colocados em baldes com soluções salinas, da menor para a maior densidade e retirados ao flutuarem, sendo anotados os valores respectivos das densidades correspondentes às soluções dos recipientes.

Variação do peso corporal - A variação peso corporal (kg) foi calculada através da diferença entre o peso final das aves e o peso inicial em quilogramas.

As aves foram distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado em arranjo fatorial 3 x 3, sendo os fatores 3 balanços eletrolíticos (140, 210 e 280 mEq.kg⁻¹) e 3 relações eletrolíticas (2:1; 3:1 e 4:1), perfazendo um total de 9 tratamentos com 4 repetições de 6 aves cada, com parcelas subdividas no tempo (três ciclos de 28 dias cada).

Durante o último ciclo do experimento foi realizado um ensaio de metabolismo para a coleta de excretas com a finalidade de quantificar os teores de umidade, nitrogênio, cálcio e fósforo das mesmas. O método utilizado foi o de coleta total de excretas. O ensaio teve duração de três dias. Adicionou-se 1,0% de óxido férrico, em todas as rações, no primeiro e no último dia, como marcador do início e do término da coleta das excretas.

Durante o período foi quantificada a ingestão de ração e a produção de excretas. As análises laboratoriais de matéria seca, nitrogênio e fósforo, das rações e das excretas foram feitas pelos métodos descritos por Silva e Queiros (2002). Com base nos resultados foram avaliados o teor de umidade das excretas, médias de ingestão (mg.ave⁻¹.dia⁻¹) e excreção (mg.ave⁻¹.dia⁻¹) de nitrogênio, cálcio e fósforo.

Para o custo de produção foi considerado apenas o custo com a ração, uma vez que todos os outros custos foram os mesmos para todos os tratamentos experimentais. O custo por ave foi obtido considerando-se o consumo de ração (kg) e o custo por kg de ração (R\$/kg). O custo da ração para produzir um quilograma de ovo, 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.

Para analisar a viabilidade econômica utilizou-se uma adaptação do Índice Nutricional Bioeconômico (INBE) proposto por Guidoni et al. (1994). Este índice abrange o custo das rações e também o desempenho produtivo das aves. Quanto maior os valores do INBE, melhor a relação custo/benefício da produção. Para poedeiras o índice é calculado pela fórmula apresentada na Equação 8.

$$\text{INBE} = \text{Kg de ovos produzidos} - \frac{(\text{custo da ração por kg})}{(\text{preço de ovo por kg})} \cdot \text{consumo de ração por kg} \quad (8)$$

Os valores dos ingredientes utilizados na formulação das dietas foram cotados no dia 5 de janeiro de 2014 no estado de São Paulo e estão relacionados na Tabela 5. O

preço da dúzia de ovos brancos do tipo grande levantado no mesmo período e região foi de R\$ 2,26, sendo o preço por kg estimado de R\$ 3,14.

Tabela 5 - Custo (R\$.kg⁻¹) dos ingredientes utilizados para formulação das rações.

Ingredientes	Custo (R\$.kg)	Ingredientes	Custo (R\$.kg)
Milho (7,88%)	0,47	Cloreto de Cálcio	11,50
Soja Farelo (45%)	1,20	Cloreto de Potássio	21,00
Calcário Calcítico	0,18	Bicarbonato de Sódio	1,50
Óleo de Soja	2,45	Sulfato de Potássio	0,28
Fosfato Bicálcico	1,72	DL-Metionina	10,29
Polimix PR-101	10,00	Lisina - HCL	6,29
Cloreto de Sódio	0,56	L- Treonina	6,95

Fonte: Próprio autor.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância através do programa estatístico SISVAR (Sistema para Análise de Variância de dados balanceados), desenvolvido por Ferreira (2000). Para os dados de desempenho e qualidade dos ovos o modelo matemático utilizado está descrito na Equação 9. Em caso de efeito significativo, a comparação de médias foi realizada a 5% de probabilidade através dos testes de Tukey.

$$y_{ijkl} = \mu + F_i + N_j + (FN)_{ij} + D_{(ij)k} + P_l + (FP)_{il} + (NP)_{jl} + (FNP)_{ijl} + e_{ijkl} \quad (9)$$

Y_{ijkl} = valor observado no desempenho e qualidade dos ovos das aves dentro do ciclo l , quando foram submetidas ao BE e RE na repetição k (sendo $l = 1, 2, 3$ e 4).

μ = média geral do experimento

F_i = efeito do BE i (fator 1) sendo $i = 140, 210$ e 280 mEq/kg

N_j = efeito da RE j (fator 2), sendo $j = 2:1, 3:1$ e $4:1$

$(FN)_{ij}$ = efeito da interação entre BE i e RE j

$D_{(ij)k}$ = o erro experimental associado a cada observação da parcela, sendo as repetições $k = 1, 2, 3$ e 4

P_l = o efeito do ciclo l , sendo $l = 1, 2$ e 3

$(FP)_{il}$ = o efeito da interação do BE i e do ciclo l

$(NP)_{jl}$ = o efeito da interação do RE j e do ciclo l

$(FNP)_{ijl}$ = efeito da interação do BE, do RE e do ciclo l.

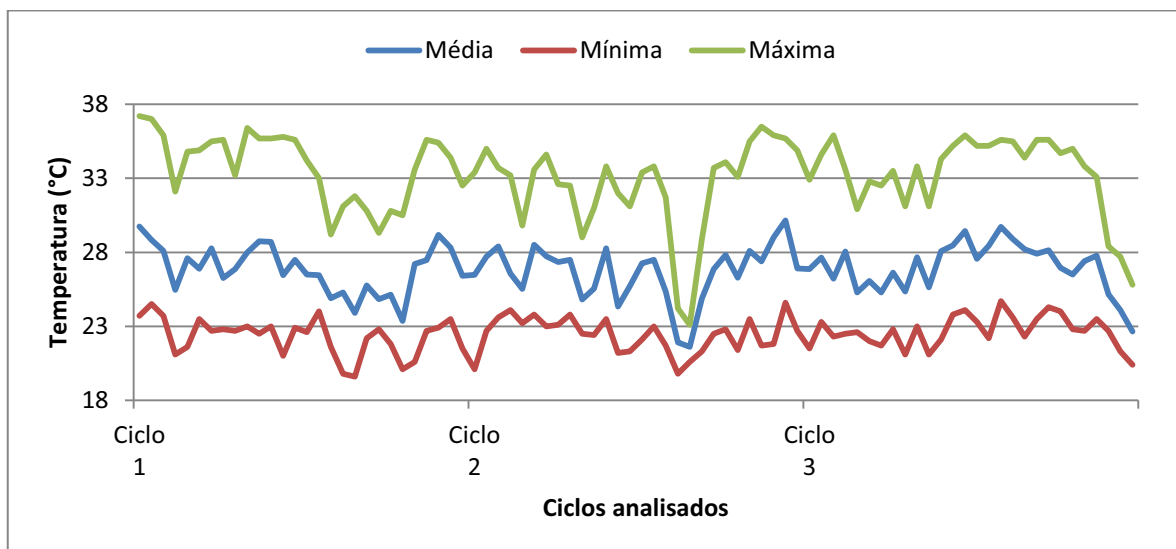
e_{ijkl} = erro associado à sub parcela (ijkl).

Os dados de variação no peso corporal, os dados obtidos no ensaio metabólico e avaliação econômica foram analisados como um delineamento inteiramente ao acaso em esquema fatorial 3x3, com 4 repetições de 6 aves em cada parcela experimental. Em caso de efeito significativo, a comparação de médias foi realizada a 5% de probabilidade através dos testes de Tukey.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

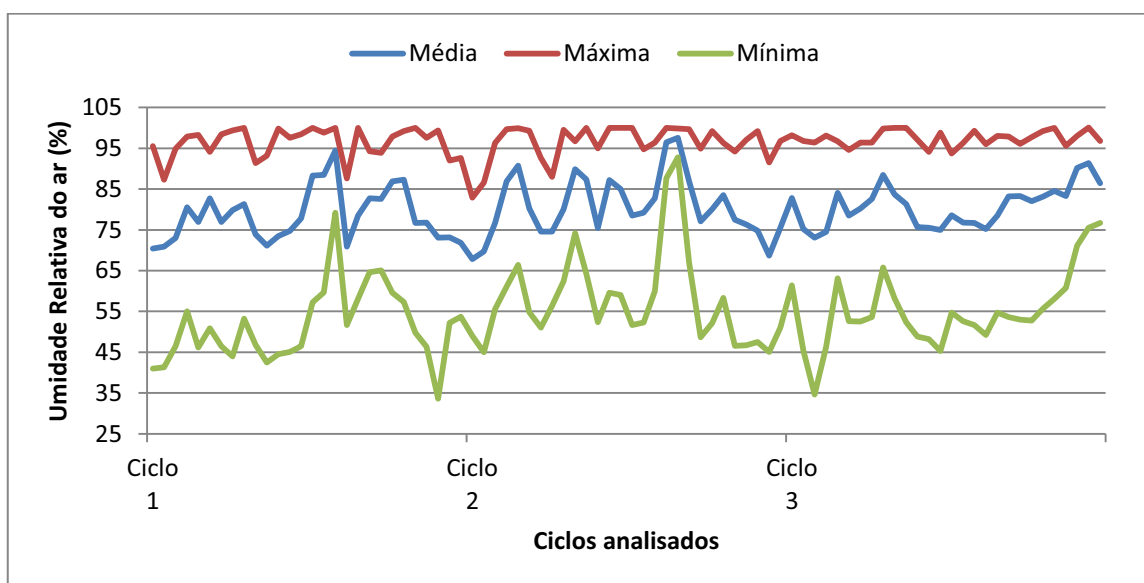
Os dados de temperatura e umidade registrados durante o experimento são apresentados nas Figuras 1, 2 e 3 e na Tabela 6.

Figura 1 - Valores de temperatura registrados durante o experimento na estação agrometeorológica de Ilha Solteira.



Fonte: Próprio autor.

Figura 2 - Valores de umidade relativa do ar registrados durante o experimento na estação agrometeorológica de Ilha Solteira.



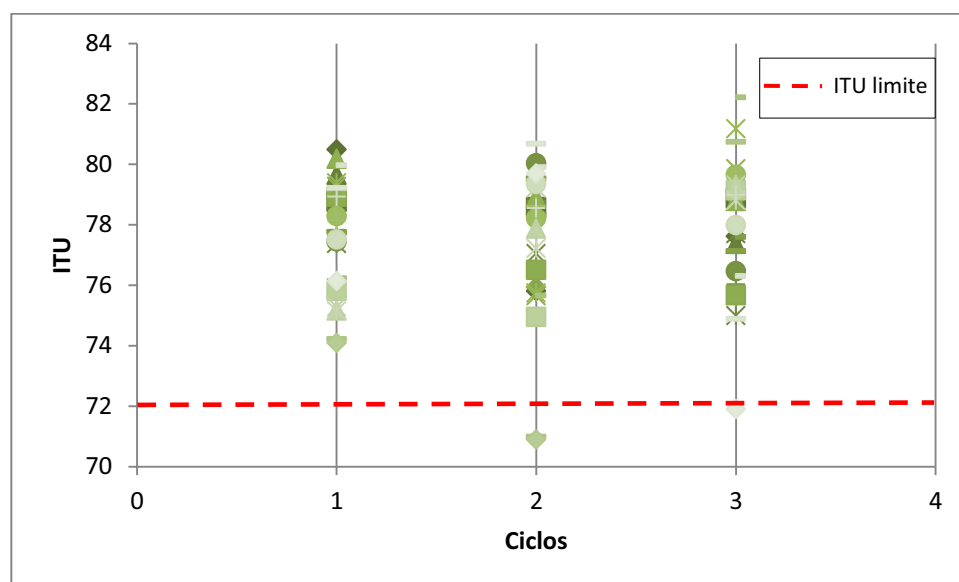
Fonte: Próprio autor.

Tabela 6 - Valores médios encontrados em cada ciclo para as temperaturas e umidades médias, máximas e mínimas.

Ciclo	Temperatura (°C)			Umidade Relativa do ar (%)		
	Média	Máxima	Mínima	Média	Máxima	Mínima
1 Ciclo	26,9	37,2	19,6	78,4	100,0	33,6
2 Ciclo	26,7	36,5	19,8	80,8	100,0	45,0
3 Ciclo	27,0	35,9	20,4	80,9	100,0	34,6

Fonte: Próprio autor.

Figura 3 - Índices de Temperatura e Umidade diariamente em cada ciclo (1, 2 e 3), durante o experimento.



Fonte: Próprio autor.

Os valores de temperatura e umidade relativa do ar registrados durante o experimento (Tabela 6) encontram-se fora da faixa de conforto térmico descrito por Ferreira (2005), que relata que a faixa de conforto térmico para aves varia de 15 a 28°C de e 40 a 70% de umidade relativa do ar. A Figura 3 demonstra que a grande maioria dos valores de ITU ficaram acima do valor crítico (72), indicando que as aves foram submetidas à situação de estresse térmico.

Embora poedeiras sejam mais tolerantes ao estresse térmico em relação aos frangos de corte, por meio de observações visuais verificou-se que durante o experimento as aves apresentaram mudanças comportamentais como: diminuição da atividade, afastamento das asas para aumentar a superfície de contato com o ar e

aumento da frequência respiratória. Além disso, em algumas aves houve o aparecimento de cristas cianóticas (Figura 4).

Figura 4 - Ave com crista cianótica.



Fonte: Próprio autor.

Na Tabela 7 são apresentadas as médias, os valores de significância e os coeficientes de variação (CV) para os parâmetros de desempenho das aves durante os três ciclos avaliados. Para todos os parâmetros de desempenho avaliados não foram observados efeitos ($P > 0,05$) do balanço eletrolítico ou da relação eletrolítica. Observou-se apenas o efeito de ciclo ($P < 0,01$) para consumo de ração (g.ave.dia^{-1}) e conversão alimentar.

Os valores de consumo de ração encontrados no segundo ciclo foram menores ($P < 0,05$) em comparação aos observados durante o primeiro e terceiro ciclo. Esse fato influenciou os resultados de conversão alimentar (kg.kg^{-1}), de forma que o menor consumo de ração durante o segundo ciclo acabou determinando melhor conversão alimentar neste período ($P < 0,05$).

A diminuição no consumo de ração, e conseqüentemente na conversão alimentar, observada no segundo ciclo pode ser justificada pelo fato deste período apresentar maiores valores de umidades mínimas em relação aos demais períodos (Tabela 6). Segundo Mutaf, Kahraman e Firat (2008), na faixa de termoneutralidade para as aves a umidade relativa do ar deve estar entre 35 a 45%. A maior umidade relativa dificulta a troca de calor da ave com o ambiente, e conseqüentemente, a perda de calor corporal.

Tabela 7 - Resumo da análise de variância e dos valores médios encontrados para as variáveis de desempenho analisadas.

Equilíbrio eletrolítico	Consumo de ração g.ave.dia ⁻¹	Postura (%)	Peso médio do ovo (g)	Massa de ovos (g)	Conversão alimentar (kg.kg ⁻¹)	Varição do peso corporal (kg)
Balanço Eletrolítico (BE)						
140	96,7178	98,1794	57,6719	56,6228	1,7089	0,9208
210	97,6769	98,1958	58,1589	57,1047	1,7114	1,0042
280	97,7842	97,8658	58,2586	57,0125	1,7167	1,0458
Relação eletrolítica (RE)						
2:1	97,5692	97,9483	58,1158	56,9200	1,7144	0,9458
3:1	97,6608	97,9978	57,9614	56,7953	1,7206	0,9875
4:1	96,9489	98,2950	58,0122	57,0247	1,7019	1,0375
Ciclo						
1	98,7272 a	98,1458	57,7142	56,4944	1,7486 a	—
2	92,3025 b	98,3119	58,0033	57,0533	1,6189 b	—
3	101,1492 a	97,7833	58,3192	57,1922	1,7694 a	—
Valores de Significância						
BE	0,6117	0,6994	0,5496	0,4769	0,8547	0,0367
RE	0,7955	0,6956	0,9575	0,8412	0,4652	0,2485
BE x RE	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,0029
Ciclo	<,0001	0,3826	0,0573	0,2406	<,0001	—
BE x Ciclo	0,7028	0,7031	0,7968	0,8853	0,3434	—
RE x Ciclo	0,8281	0,8920	0,9146	0,8505	0,8617	—
BE x RE x Ciclo	0,7238	0,4556	0,9969	0,8999	0,5504	—
CV (%)	4,8500	5,8000	3,8900	2,8500	3,4400	19,07

Fonte: Próprio autor

Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si (P<0,05).

Os valores de consumo de ração (g.ave.dia⁻¹) estão abaixo dos valores descritos (100 a 110 g.ave.dia⁻¹) no guia de manejo da linhagem. Isso se deve aos altos valores de temperatura e umidade registrados durante o experimento (Figura 1 e 2). Segundo

Tinôco (2001), o desconforto térmico está ligado à diminuição no consumo de ração e consequentemente à alteração da conversão alimentar, além de estar relacionada ao aumento do aparecimento de ovos de casca mole. Embora no presente estudo não tenha sido constatado aumento na incidência de ovos de casca mole, o comportamento das aves permitiu inferir que as mesmas passaram por desconforto térmico, determinando em algumas situações o aparecimento de cristas cianóticas (Figura 4).

A ausência de efeitos do BE sobre os parâmetros de desempenho observada no presente estudo está de acordo com o observado por Nobakht et al (2006), que ao avaliarem diferentes BE (0, 140, 280, 360 mEq.kg⁻¹) na dieta de poedeiras em declínio de postura e condições de estresse calórico, também não constataram efeito deste fator sobre o consumo de ração, produção de ovos, massa de ovos e conversão alimentar. Esses mesmos valores de BE também foram avaliados por Safameher e Nobakht et al. (2007) e Nobakht et al. (2007), na dieta de poedeiras em fase inicial e fase de declínio de postura, respectivamente, onde também não foram constatados efeitos dos balanços eletrolíticos sobre o desempenho produtivo das aves.

Por outro lado, a ausência de efeito das RE sobre o desempenho produtivo das aves contraria o observado por Junqueira et al. (2000) em um dos experimentos do estudo, cujas temperaturas variaram 23,0 e 32,8°C. Neste estudo as relações eletrolíticas foram de 3,46; 4,46; 5,46; e 6,46 ((Na + K)/Cl). Os autores constaram que a relação de 6,46 determinou o menor peso do ovo (P<0,05). Entretanto há que se salientar que o cálculo da RE eletrolítica do presente estudo foi obtida de outra forma ((Cl + K)/Na). Considerando-se essa fórmula as relações eletrolíticas do estudo de Junqueira et al. (2000) seriam 5,82; 5,81; 2,58 e 1,66, respectivamente.

No presente estudo não foi constatado efeito do BE e RE sobre o desempenho das aves, mas destaca-se que a taxa de postura se mostrou superior em relação aos valores indicados no guia de manejo da linhagem (94%), demonstrando que a linhagem é resistente e produz bem mesmo em condições adversas, condições de estresse calórico.

No caso de frangos de corte as situações adversas, envolvendo altas temperaturas, acabam por desencadear alcalose respiratória, queda no desempenho e alta mortalidade. Segundo Borges, Silva e Maiorka (2003), para frangos de corte o conceito de BE pode corrigir o equilíbrio ácido-base sanguíneo e evitar os prejuízos. Essa resposta de frangos de corte ao equilíbrio eletrolítico na dieta é evidenciado em

Gamba (2011), onde o autor evidenciou que o correto equilíbrio de eletrólitos para BE e RE melhora o desempenho em condições de estresse por calor, sendo recomendado o BE de 350 mEq/kg e RE de 3:1. Em condições de termoneutralidade a recomendação do autor é de 250 mEq/kg e RE de 3:1.

Para a variação de peso corporal ocorreu efeito ($P < 0,01$) da interação entre BE e RE, cujo desdobramento é apresentado na Tabela 8.

Tabela 8 - Valores médios para a variação de peso corporal em função do balanço eletrolítico e da relação eletrolítica.

Relação Eletrolítica	Balanço eletrolítico		
	140	210	280
2:1	1,0000 a	0,6750 Bb	0,9750 ab
3:1	0,7125 b	1,0625 Aa	0,9125 ab
4:1	0,7500 b	1,0750 Aa	1,1625 a

Fonte: Próprio autor

Médias seguidas por letras maiúscula (minúsculas) distintas na coluna (na linha) diferem entre si ($P < 0,05$).

Dentro do BE de 210 mEq.kg⁻¹ a RE de 2:1 apresentou os menores valores para variação de peso corporal. Esses valores são coerentes com as porcentagens de inclusão de cloreto de sódio da dieta (Tabela 3), demonstrando que quanto menor a inclusão de cloreto de sódio, menor a variação de peso corporal em decorrência de uma provável redução no consumo de ração, embora essa redução não tenha sido constatada no presente experimento. Nos relatos de Hamilton e Thompson (1980) e Junqueira et al. (2000), rações com menor inclusão de cloreto de sódio determinam redução no consumo de ração.

Para a RE de 2:1 os balanços de 210 mEq.kg⁻¹ determinou a menor ($P < 0,05$) variação e peso corporal, embora este valor não tenha diferido do apresentado no BE de 280 mEq.kg⁻¹. Já na dentro das relações 3:1 e 4:1 as menores variações de peso corporal ocorreram no BE de 140 mEq.kg⁻¹.

Na Tabela 9 são apresentadas as médias, os valores de significância e os coeficientes de variação (CV) para os parâmetros de qualidade dos ovos durante os três ciclos avaliados.

Não houve influência dos fatores BE e RE ($P > 0,05$) sobre os parâmetros de qualidade dos ovos analisados. Apenas a porcentagem de casca, a espessura de casca e a porcentagem de gema sofreram efeito significativo ($P < 0,01$) do ciclo.

A porcentagem e a espessura de casca apresentaram o mesmo comportamento encontrado para os parâmetros de desempenho, em que as faixas de umidade mais altas encontradas no segundo ciclo afetaram negativamente o consumo de ração (Tabela7).

Tabela 9 - Resumo da análise de variância e dos valores médios encontrados para as variáveis de qualidade do ovo.

Equilíbrio Eletrolítico	UH	Casca (%)	Espessura de casca	Densidade	Gema (%)	Albúmen (%)
Balanço eletrolítico (BE)						
140	103,2858	9,5956	0,3611	1,0900	25,8247	64,5794
210	102,8491	9,5753	0,3603	1,0900	25,5556	64,6303
280	101,9664	9,6614	0,3644	1,0872	25,7453	64,6303
Relação eletrolítica						
2:1	101,8025	9,5442	0,3603	1,0900	26,0850	64,4069
3:1	102,4408	9,6078	0,3619	1,0900	25,6450	64,7478
4:1	103,8581	9,6803	0,3636	1,0897	25,5255	64,8364
Ciclo						
1	103,4364	9,7583 a	0,3636 a	1,0900	25,2753 b	65,0675
2	102,7336	9,4264 b	0,3539 b	1,0897	26,1536 a	64,5583
3	101,9314	9,6475 a	0,3683 a	1,0900	25,8266 a	64,7183
Valores de Significância						
BE	0,2652	0,6383	0,4900	0,4444	0,8736	0,8399
RE	0,0914	0,4027	0,6453	0,4444	0,1984	0,4927
BE x RE	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000
Ciclo	0,2309	<,0001	<,0001	0,3726	0,0011	0,0730
BE x Ciclo	0,8191	0,9778	0,6687	0,4129	0,9195	0,9636
RE x Ciclo	0,0336	0,3358	0,3048	0,4129	0,8979	0,7182
BE x RE x Ciclo	0,7709	0,6093	0,9471	0,4431	0,5608	0,7530
CV (%)	2,8600	3,9600	3,9500	0,0900	4,3500	2,2800

Fonte: Próprio autor.

Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si ($P < 0,05$).

A ausência de efeito do BE sobre a qualidade externa corrobora com os resultados obtidos por Murakami et al, (2003), que não encontraram efeito do BE (205, 218, 231, 243 e 246 mEq.kg⁻¹) sobre a porcentagem e espessura de casca e gravidade específica dos ovos. Entretanto nos estudos de Nobakht et al. (2006) e Nobakht et al. (2007), o BE de 360 mEq.kg⁻¹ em detrimento dos BE de 0, 120, 240 e 360 mEq.kg⁻¹ determinou melhoria na qualidade de casca tanto na fase pós pico como na fase inicial de postura.

A análise dos custos de produção para cada ração é apresentada na Tabela 10, onde pode ser constatado que não houve diferença significativa entre as rações quando se considerou o custo por quilograma de ovo produzido e o INBE.

Tabela 10 - Médias, valores de significância e coeficientes de variação para índice bioeconômico das dietas analisadas.

Relação Eletrolítica	Balanço Eletrolítico					
	Custo/kg de ovo (R\$/kg)			Índice Bioeconômico		
	140	210	280	140	210	280
2:1	1,235 B	1,232 B	1,255	5,8000	5,8325	5,7075
3:1	1,235 B	1,275 B	1,260	5,7575	5,8275	5,7100
4:1	1,292 Aa	1,305 Aa	1,232 b	5,5700	5,6075	5,8975
BE		0,7718			0,7676	
RE		0,0157			0,5984	
BE x RE		0,0161			0,2443	
CV (%)		2,48			3,90	

Fonte: Próprio autor.

Médias seguidas por letras maiúscula (minúsculas) distintas na coluna (na linha) diferem entre si ($P < 0,05$)

Para os valores de custo de produção ocorreu interação significativa entre BE e RE ($P < 0,05$), e o desdobramento desta interação indicou dentro dos BE 140 e 210 mEq.kg^{-1} os maiores custos ocorreram na RE 4:1, enquanto de dentro das RE apenas na relação 4:1 ocorreu diferença entre os balanços, sendo o menor custo no BE de 280 mEq.kg^{-1} . Como o INBE não diferiu ($P > 0,05$) entre os BE e RE utilizados, com base no custo de alimentação para produção de 1 kg de ovos, pode-se inferir que para os BE de 140 e 210 mEq.kg^{-1} torna-se antieconômico utilizar a RE de 4:1, uma vez que está representa em média um aumento 4,36% quando compara às relações eletrolíticas de 2:1 e 3:1.

Os valores médios para consumo de ração, porcentagem de umidade nas excretas, e porcentagens de retenção de cálcio (Ca), fósforo (P) e nitrogênio (N) obtidos durante os três dias de ensaio de metabolismo estão listados na Tabela 11.

Tabela 11 - Valores médios encontrados durante o ensaio de metabolismo para consumo de ração, umidade das excretas e porcentagens de retenção de cálcio (Ca), fósforo (P) e nitrogênio (N).

Ralação eletrolítica	Consumo de ração (g.ave.dia ⁻¹)	Umidade das excretas (%)	Nitrogênio retido (%)	Cálcio retido (%)	Fósforo retido (%)
Balauço Eletrolítico (BE)					
140	101,4308	78,6941	18,4267	54,3525	26,1725
210	100,3325	78,9583	14,0267	62,4850	22,4608
280	99,8417	79,7517	18,9733	63,1850	21,9950
Relaçaõ eletrolítica (RE)					
2:1	102,1017	79,3033	18,7358	64,0867	25,7408
3:1	99,2267	79,6142	16,2733	59,4225	22,8000
4:1	102,1017	78,4867	16,4175	56,5133	22,0875
Valores de Significãncia					
BE	0,6442	0,0157	0,0428	0,0057	0,3118
RE	0,2571	0,0102	0,4100	0,0348	0,4299
BE x RE	0,2455	0,0011	0,0311	0,0165	0,2985
CV (%)	4,1900	1,0900	29,0900	11,2900	30,5300

Fonte: Próprio autor.

Durante o ensaio de metabolismo, o consumo de ração e a porcentagem de fósforo retido não foram influenciados ($P>0,05$) pelos fatores avaliados. Entretanto para a umidade das excretas e as porcentagens retidas de nitrogênio e cálcio ocorreu interação significativa entre o BE e RE, sendo os desdobramentos apresentados na Tabela 12.

Tabela 12 - Valores médios encontrados durante o ensaio de metabolismo para porcentagem de matéria seca das excretas (%) em função do balanço eletrolítico e da relação eletrolítica.

RE	Balauço Eletrolítico								
	140	210	280	140	210	280	140	210	280
	Umidade das excretas (%)			Nitrogênio retido (%)			Cálcio retido (%)		
2:1	79,81 A	78,69	79,41 AB	19,26 ab	11,38 b	25,57 Aa	59,94 A	66,33	65,98
3:1	79,39 Aab	78,76 b	80,69 Aa	19,17	16,04	13,60 B	60,05 A	56,76	61,45
4:1	76,88 Bb	79,4 2 a	79,15 Ba	16,85	14,65	17,74 AB	43,06 Bb	64,71 a	61,77 a

Fonte: Próprio autor.

Médias seguidas por letras maiúscula (minúsculas) distintas na coluna (na linha) diferem entre si ($P<0,05$)

Dentro dos BE de 140 e de 280 mEq.kg⁻¹ os maiores (P<0,05) teores de umidade nas excretas foram determinados pelas RE 2:1 e 3:1, porém no BE de 280 mEq.kg⁻¹ o valor entre as relações 2:1 e 4:1 não diferiram (P>0,05). Na relação 3:1 os maiores teores de umidade foram observados no BE de 280 mEq.kg⁻¹, seguido do BE de 140, o qual por sua vez não diferiu em relação ao BE de 210 mEq.kg⁻¹. Já na relação 4:1 os BE de 210 mEq.kg⁻¹ e 280 mEq.kg⁻¹ produziram excretas com maior teor de umidade.

No estudo de Vieites et al. (2005), com diferentes BE (0; 50; 100; 150; 200; 250; 300 e 350 mEq.kg⁻¹) e diferentes níveis de proteína (20 e 23%) na dieta de frangos de corte, os autores observaram que maiores BE determinaram camas com maior teor de umidade. Porém no presente estudo, essa situação similar ocorreu apenas na RE de 4:1, onde os maiores BE (210 e 280 mEq.kg⁻¹) determinaram excretas com maior umidade, todavia o ocorrido não é observado para as demais RE avaliadas, o que inviabiliza afirmar que BE mais levado contribui para maior umidade das excretas de poedeiras.

Para porcentagem de nitrogênio retido, apenas dentro do BE de 280 mEq.kg⁻¹ ocorreu diferença (P<0,05) entre as relações eletrolíticas, sendo a maior retenção na relação 2:1. Dentro das relações eletrolíticas, apenas para RE de 2:1 constatou-se diferenças entre os BE, sendo o maior valor observado no BE de 280 mEq.kg⁻¹. Esse comportamento para o nitrogênio retido indica que na combinação entre o BE de 280 mEq.kg⁻¹ e a RE de 2:1 o nitrogênio possa ter sido melhor aproveitado pela ave.

Na porcentagem de cálcio retido, dentro do BE de 140 mEq.kg⁻¹ a menor retenção foi determinada pela relação de 4:1 e nesta mesma relação ocorreu que o BE de 140 mEq.kg⁻¹ o determinou a menor retenção de cálcio, indicando que uma ração com BE de 140 mEq.kg⁻¹ e RE de 4:1 podem comprometer o metabolismo do cálcio, determinando maior excreção.

De uma forma geral, durante o ensaio de metabolismo a manipulação de eletrólitos na ração das poedeiras interferiu muito pouco na retenção aparente desses nutrientes. Possivelmente o fato da temperatura ambiente durante o ensaio ter sido mais amena (média de 24,83°C, máxima de 30,13°C e a mínima de 22,07°C) em relação ao período experimental possa ser uma explicação, uma vez que o comportamento de ingestão de ração foi distinto do observado nos três ciclos avaliados.

5 CONCLUSÃO

Os diferentes equilíbrios eletrolíticos avaliados, proporcionados pelas diferentes combinações de BE e RE, não interferiram no desempenho produtivo e qualidade de ovos em condições de altas temperaturas combinadas a alta umidade relativa, o que evidencia que poedeiras são mais resistentes aos desconfortos térmicos que frangos de corte. Entretanto pode-se inferir que em rações com BE de 140 e 210 mEq.kg⁻¹ a relação 4:1 encarecem a produção em 4,36%, e além disso, essa relação associada ao do BE de 140 mEq.kg⁻¹ determina menor retenção de cálcio, enquanto que a combinação do BE 280 mEq.kg⁻¹ com a relação 2:1 permitiu melhor aproveitamento do nitrogênio da dieta.

REFERÊNCIAS

- AHMAD, T.; SARWAR, M. Dietary electrolyte balance: implications in heat stressed broilers. **World's Poultry Science Journal**, Cambridge, v. 62, n.4, p. 638-653, 2006.
- ALLEONI, A.C.C.; ANTUNES, A.J. Unidade Haugh como medida da qualidade de ovos de galinha armazenados sob refrigeração. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 58, n. 4, p. 681-685, 2001.
- AUSTIC, R.E., KESHAVARZ, K. Dietary electrolytes and eggshell quality. In: CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURERS, 1984, Syracuse. **Proceedings...** Syracuse: [s. n.], 1984. p. 63-69.
- AUSTIC, R. E.; NESHEIM, M.C. **Poultry production**. 13. ed. London: Lea Febiger, 1990.
- BALNAVE, D.; MUHEEREZA, S. K. Improving eggshell quality at high temperatures with dietary sodium bicarbonate. **Poultry Science.**, Savoy, v. 76, n. 4, p. 588-593, 1997.
- 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. Aplicação do conceito de balanço eletrolítico para aves. In: CONFERÊNCIA APINCO 2006 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2006, Santos. **Anais...** Santos: APINCO, 2006. p. 123-137.
- BORGES, S.A. **Balanço eletrolítico e sua interrelação 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, p. 975-981, 2003.
- 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.
- BRUMANO, G.; GOMES, P. C.; DONZELE, J. L. et al. Níveis de metionina + cistina digestível para poedeiras leves no período de 42 a 58 semanas de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 39, n. 9, p. 1984-1992, 2010.

BUNFFINGTON, D. E.; COLLAZO-AROCHO, A.; CANTON, G. H. D.; THATCHER, W. W.; COLLIER, R. J. Black globe-humidity comfort index for dairy cows. **American Society of Agricultural Engineers**, St. Joseph, v. 19, 1997. (PAPER 77-4517).

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

CARD, L. E.; NESHEIM, M. C. **Poultry production**. Philadelphia: Lea & Febiger, 1966. 399 p.

COHEN, I.; HURWITZ, S. The response of blood ionic constituents and acid-base balance to dietary sodium, potassium and chloride in laying fowls. **Poultry Science**, Champaign, v. 53, n. 1, p. 378-383, 1974.

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, p. 1-8, 1972.

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

FARIA, D. E.; JUNQUEIRA, O. M.; SAKOMURA, N. K.; SANTANA, A. E. Influência de diferentes níveis de energia, vitamina D3 e relação sódio: cloro sobre o desempenho e a qualidade da casca dos ovos de poedeiras comerciais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 2, p. 467-475, 2000.

FERREIRA, D.F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCAR, 2000. p. 255-258.

FERREIRA, R. A. **Maior produção com melhor ambiente para aves, suínos e bovinos**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2005. 371 p.

FURLAN, R. L. Influência da temperatura na produção de frangos de corte. In: SIMPÓSIO BRASIL SUL DE AVICULTURA, 7., 2006, Chapecó. **Anais...** CHAPECÓ: [s. n.], 2006. p. 104-135.

GAMBA, J. P. **Uso estratégico do equilíbrio eletrolítico para minimizar os efeitos do estresse térmico em frangos de corte**. 2011. 92 f. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) - Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade Estadual Paulista, Araçatuba, 2011.

GARCIA-NETO, M. **PPFR**: programa prático para formulação de rações. [S. l: s. n.], 2008.

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: 4 jul. 2011.

GEZEN, S. S.; EREN, M.; DENIZ, G. The effect of different dietary electrolyte balances on eggshell quality in laying hens. **Revue de Médecine Vétérinaire**, Toulouse, v. 156, n. 10, p. 491-497, 2005.

GONZALES MATEOS, BLAS BEORLEGUI, C. **Nutricion y alimentacion de gallinas ponedoras**. Madrid: Mundi-Prensa, 1991. 263 p.

GUIDONI, A. L. et al. Uso do Índice Nutricional Bio-Econômico como Medida do Desempenho Nutricional Animal. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 31., 1994, Maringá. **Anais...** Maringá: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1994. p. 32.

HARA, Y.; MAY, R. C.; KELLY, R. A.; MITCH, W. E. Acidosis, not azotemia, stimulates branchedchain, aminoacid catabolism in uremic rats. **Kidney International**, London, v. 32, v. 6, p. 808-814, 1987.

HAYDON, K. D.; WEST, J. W. Effect of dietary electrolyte balance on nutrient digestibility determined at the end of the small intestine and over the total digestive tract in growing pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 68, n. 11, p. 3687-3693, 1990.

HOOGE, D. M. Dietary electrolytes influence metabolic processes of poultry. **Feedstuffs**, Minnetonka, v. 12, p. 14-21, 1995.

HURWITZ, S.; COHEN, I.; BAR, A. Sodium and chloride requirements of chick: relationship to acid-base balance. **Poultry Science**, Champaign, v. 52, n. 3, p. 903-909, 1973

JOHNSON R. J.; KARUNAJEEWA, H. The effects of dietary minerals and electrolytes on the growth and physiology of the young chick. **The Journal of Nutritional**, Philadelphia, v. 115, p. 1680-1690, 1985.

JUDICE, J. P. M.; BERTECHINI, A. G.; MUNIZ, J. A. et al. Balanço cátió-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.; CAMARGO-FILHO, B.; ARAUJO, L. F. et al. 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.

LEESON, S.; DIAZ, G. J.; SUMMERS, J. D. **Metabolic disorders and mycotoxins**. Guelph: University Books, 1995. 352 p.

LEESON, S. Temas de interés presentes y futuros en nutrición de aves. In: CURSO DE ESPECIALIZACIÓN AVANCES EN NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN ANIMAL, 22., 2006, Barcelona. **Anais...** Barcelona: [s. n.], 2006. p. 143-150.

LEWIS, K.; LEITL, G.; HEINE, M. Influence of dietary potassium and sodium/potassium molar ratios on the development of salt hypertension. **The Journal of Experimental Medicine**, New York, v. 136, n. 2, p. 318-330, 1972.

LUTZ, J. Calcium balance acid-base status of women as affected by increased protein intake and by sodium bicarbonate ingestion. **The American Journal of Clinical Nutrition**, Bethesda, v. 39, n. 2, p. 281-288, 1984.

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

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.

MELLIERE, A. L.; FORBES, R. M. Effect of altering the dietary cation-anion ratio on food consumption and growth of young chicks. **The Journal of Nutrition**, Philadelphia, v. 90, n. 3, p. 310-314, 1966.

MILES, R. D.; ROSSI, A. Cation-anion balance in laying hens. In: FLORIDA NUTRITIONAL CONFERENCE, 1984, Clearwater Beach. **Proceedings...** Clearwater Beach: University of Florida, 1984. p. 15-22.

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

MONGIN, P. Role of acid-base balance in the physiology of egg formation. **World's Poultry Science Journal**, 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., Aracajú. **Anais...** Aracaju: CBAGRO, 2007.

MORENG, R. E.; AVENS, J. S. **Ciência e produção de aves**. São Paulo: Roca, 1990. 380 p.

MURAKAMI, A. E.; FIGUEIREDO, D. F.; PERUZZI, A. Z. et al. Níveis de sódio para poedeiras comerciais no primeiro e segundo ciclos de produção. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n. 6, p. 1674-1680, 2003.

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**, Champaign, v. 87, n. 12, p. 2441-2450, 2008.

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**, Faisalabad, v. 5, n. 10, p. 955-958, 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. **Pakistan Journal of Nutrition**, Faisalabad, v. 6, n. 8, p. 543-546, 2007.

SAFAMEHER, A. R.; NOBAKHT, A. The effects of dietary electrolyte balance on the performance and eggshell quality in the late laying period. **Journal of Animal and Veterinary Advances**, Faisalabad, v. 6, n. 8, p. 912-916, 2007.

National Research Council - NRC. **Nutrient requirements of poultry**. 9. ed. Washington: National Academy Press, 1994. 155 p.

OLIVEIRA, E. C. O.; MURAKAMI, A. E.; FRANCO, J. R. G.; CELLA, P. S.; SOUZA, L. M. G. Efeito do balanço eletrolítico e subprodutos avícolas no desempenho de frangos de corte na fase inicial (1-21 dias de idade). *Acta Scientiarum*. **Animal Sciences**, Cambridge, v. 25, n. 2, p. 293-299, 2003.

PESTI, G. M.; CERVANTES, H.; BAKALLI, R. I.; BAFUNDO, K. W.; GARCIA, M. N. Studies on semduramicin and nutritional responses: 3. Electrolyte balance. **Poultry Science**, Champaign, v. 78, n. 11, p.1552–1560, 1999.

REDDY, G.S.; JONES, G.; KOOH, S.W.; FRASER, D. Inhibition of 25-hydroxyvitamin D3-1-hydroxylase by chronic metabolic acidosis. **American Journal of Physiology**, Bethesda, v. 243, n. 4, p. E265-E271, 1982.

RIDDEL, C. Studies on the pathogenesis of tibial dyschondroplasia in chickens. II. Growth rate of long bones. **Avian Diseases**, Jacksonville, v. 19, n. 3, p. 490-496, 1975.

ROSS, J. G.; SPEARS, J. W.; GARLICH, J. D. Dietary electrolyte balance effects on performance and metabolic characteristics in finishing steers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 72, n. 6, p. 1600-1607, 1994.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3. ed. Viçosa: UFV, 2011. 252 p.

ROZENBOIM, I.; TAKO, E.; GAL-GARBER, O.; PROUDMAN, J. A.; UNI, Z. The effect of heat stress on ovarian function of laying hens. **Poultry Science**, Champaign, v. 86, n. 8, p. 1760-1765, 2007.

SANTOS, T. T.; SANTOS, S. A.; BORGES, S. A.; SILVA, A.V. F. da; MAIORKA, A. Aplicação estratégica do balanço eletrolítico em dietas para matrizes pesadas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 5, p. 895-900, 2011.

SAS Institute. **SAS: users guide: statistics**. 5. ed. Cary, 1985.

- SAVEUR, B. Dietary factors as causes of leg abnormalities in poultry: a review. **World's Poultry Science Journal**, Cambridge, v. 40, n. 3, p. 195-206, 1984.
- SAVEUR, B.; MONGIN, P. Interrationships between dietary concentrations of sodium, potassium and chloride in laying hens. **British Poultry Science**, Oxfordshire, v. 19, n. 4, p. 475-485, 1978.
- SILVA, D. J.; QUEIROS, A. C. **Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos)**. Viçosa: UFV, 2002. 235 p.
- SILVERSIDES, F. G.; SCOTT, T. A. Effect of storage and layer age on quality of eggs from two lines of hens. **Poultry Science**, Cambridge, v. 80, n. 8, p. 1240-1245, 2001.
- TALBOT, C. J. Sodium, potassium and chloride imbalance in broiler diets. **Proceedings of the Nutrition Society**, Cambridge, v. 37, n. 2, p. 53A, 1978.
- TEETER, R. G.; SMITH, M. O.; OWENS, F. N.; ARP, S. C.; SANGIAH, S.; BREAZILE, J. E. Chronic heat stress and respiratory alkalosis: occurrence and treatment in broiler chicks. **Poultry Science**, Cambridge, v. 64, n. 6, p. 1060-1064, 1985.
- 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.
- THORP, B. H.; DUCRO, B.; WHITEHEAD, C. C. Avian tibial dyschondroplasia: the interaction of genetic selection and dietary 1,25-dihydroxycholecalciferol. **Avian Pathology**, Oxfordshire, v. 22, n. 2, p. 311-324, 1993.
- United States Departamento of Agriculture - USDA. **Egg grading manual**. Washington, 2000. Disponível em: <<http://www.ams.usda.gov/AMSV1.0/getfile?dDocName=STELDEV3004502>>. Acesso em: 3 mar. 2014.
- VÉRAS, A. L.; VELLOSO, C. B. O.; MATIOTTI, T. G.; FARIA, T. C. Avaliação da qualidade interna de ovos armazenados em dois ambientes em diferentes tempos. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, Supl. 5, p. 55, 2000.
- VICENZI, E. Fadiga de gaiola e qualidade da casca do ovo: aspectos nutricionais. In: SIMPÓSIO TÉCNICO DE PRODUÇÃO DE OVOS, 6., 1996, São Paulo. **Anais...** São Paulo: APA, 1996. p.77-91.
- 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.

WILDMAN, C. D.; WEST, J. W.; BERNARD, J. K. Effects of dietary cation-anion difference and potassium to sodium ratio on lactating dairy cows in hot weather. **Journal of Dairy Science**, New York, v. 90, n. 2, p. 970–977, 2007.

YOSELEWITZ, A.; BALNAVE, D. The influence of saline drink ink water on the activity in the shell gland of laying hens. **Australian Journal Agricultural Researches**, Collingwood, v.40, p. 1111-1115, 1989.