

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA  
FILHO” FACULDADE DE ENGENHARIA DE ILHA SOLTEIRA  
CÂMPUS ILHA SOLTEIRA**

**MANIPULAÇÃO DE ELETRÓLITOS NA DIETA DE  
POEDEIRAS EM FASE DE DECLÍNIO DE POSTURA EM  
CONDIÇÕES DE ALTAS TEMPERATURAS**

**Fabiano Almeida Neves**

Zootecnista

2015

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA  
FILHO” FACULDADE DE ENGENHARIA DE ILHA SOLTEIRA  
CÂMPUS ILHA SOLTEIRA**

**MANIPULAÇÃO DE ELETRÓLITOS NA DIETA DE  
POEDEIRAS EM FASE DE DECLÍNIO DE POSTURA EM  
CONDIÇÕES DE ALTAS TEMPERATURAS**

**Fabiano Almeida Neves**

**Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Rosemeire da Silva Filardi**

**Coorientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Glaucia Amorim Faria**

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

Ilha Solteira

2015

## FICHA CATALOGRÁFICA

Desenvolvimento pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

Neves, Fabiano Almeida.

N518m Manipulação de eletrólitos na dieta de poedeiras em fase de declínio de postura em condições de altas temperaturas / Fabiano Almeida Neves. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2015  
48 f.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Área de conhecimento: Nutrição e Alimentação Animal, 2015

Orientador: Rosemeire da Silva Filardi

Co-orientador: Glaucia Amorim Faria

Inclui bibliografia

1. Balanço Eletrolítico. 2. Desempenho. 3. Qualidade Do Ovo.



**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA**  
CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA  
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ILHA SOLTEIRA

### CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

**TÍTULO:** Manipulação de eletrólitos na dieta de poedeiras em fase de declínio de postura em condições de altas temperaturas

**AUTOR:** FABIANO ALMEIDA NEVES

**ORIENTADORA:** Profa. Dra. ROSEMEIRE DA SILVA FILARDI

**CO-ORIENTADORA:** Profa. Dra. GLAUCIA AMORIM FARIA

Aprovado 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. ELENICE MARIA CASARTELLI

Faculdade de Medicina Veterinária / Universidade Federal de Uberlândia

Data da realização: 06 de fevereiro de 2015.

“Se você contemplar o belo, será sempre jovem, ainda que o tempo sulque seu rosto com  
rugas”

Augusto Cury

## **AGRADECIMENTOS**

Aos meus pais Braz e Sonia e irmão Vinicius, pelo apoio, cumplicidade, companheirismo e amor, que foram essenciais para garantir mais uma conquista em minha vida.

Aos meus familiares, aos meus tios Suse e Pedro, obrigado pela ajuda incondicional, querendo sempre me ver crescer, sendo essenciais na minha vida. Através deles presto uma homenagem ao finado Marcelo Estevo, tio, obrigado.

À minha orientadora e amiga, Rosemeire da Silva Filardi, por depositar plena confiança em meu trabalho. Agradeço por cada momento e palavras ditas, que contribuíram para o meu crescimento profissional e pessoal. É um privilégio dizer que sou seu orientado.

Ao professor Antonio Carlos de Laurentiz, no qual tenho o prazer em dizer obrigado, por transmitir seu conhecimento, idéias, pelos conselhos e sua amizade, nos momentos mais oportunos.

À minha coorientadora, Glaucia Amorim Faria, obrigado pelos ensinamentos e sobretudo, pela disposição em me auxiliar a superar certas dificuldades encontradas ao longo desse trabalho.

Aos professores do Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia Animal pelos ensinamentos. Obrigado.

Ao meu amigo Rodolfo Machado Domingues, que participou da minha vida desde os tempos de graduação. Obrigado pela amizade, pelos bons e maus momentos vivenciados, sempre contribuindo para o nosso crescimento.

Aos amigos: Diogo Nassif Vivas, Luana Camargo Sousa, Ariane Silva, Sergio Turra, Caio César Ouros, Mariane Fogale e o grupo de estudos GEAIS, pela ajuda e pelos ótimos

momentos que passamos ao decorrer desse projeto. Em especial para meus irmãos Letícia Aldrigui Guerra e Leonardo Tedeschi, admiro vocês.

À família Litraço, Vitor M. Mastro, Roniel Lima, Matheus Vince, Marcelo Magrini, Guilherme Bandeira, Bruno F. Zaninetti, João Paulo Roel, Matheus Simieli, Daniel Franchin, irmãos que tive o prazer de ganhar durante essa permanência em Ilha Solteira. Obrigado por me acolherem em um momento mais que delicado da minha vida, demonstrando amizade e sobretudo companheirismo.

Aos amigos Ir. Pedro H. Ehrenberg” e Giovanna Piccoli, obrigado pelo companheirismo, amizade e carinho.

À FATEC SA, que agradeço através do profissional Nilson Honma, pelas doações que auxiliaram na realização do experimento.

Ao DBZ e seus funcionários, em especial Meiri, Zeneide, Cleuza e Sidival.

E à FEPE e seus funcionários, por auxiliarem no decorrer do experimento.

## **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

## RESUMO

Uma doença metabólica que acomete as poedeiras é o distúrbio acidobásico. Este distúrbio, que é agravado pelo estresse calórico, consiste em um aumento do pH sanguíneo, levando a uma alcalose respiratória, comprometendo assim o desempenho e a qualidade dos ovos. Para minimizar esse problema é possível manipular a dieta das aves favorecendo o balanço e a relação eletrolítica e, conseqüentemente, diminuir as perdas, principalmente relacionadas à mortalidade e fragilidade de casca do ovo, eventos facilmente observados em aves em declínio de produção. Sendo assim, o presente estudo avaliou-se os efeitos da manipulação de eletrólitos na dieta sobre o desempenho, a qualidade de ovos de poedeiras e a viabilidade econômica na fase de declínio de produção, em condições de altas temperaturas. Na manipulação de eletrólitos considerou-se diferentes balanços eletrolíticos ( $\text{Na}^+ + \text{K}^+ - \text{Cl}^-$ ) e diferentes relações eletrolíticas  $[(\text{K}^+ + \text{Cl}^-) / \text{Na}^+]$ . Foram utilizadas 288 poedeiras distribuídas por um delineamento em blocos casualizados e esquema fatorial 4 x 3 (4 balanços eletrolíticos (140, 210, 280 e 310 mEq / kg) x 3 relações eletrolíticas (2:1; 2,5:1 e 3:1) totalizando 12 tratamentos com 4 repetições de 6 aves cada. As dietas experimentais foram formuladas por programação não linear em software livre. O experimento teve duração de 3 ciclos de 28 dias cada e os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância. No caso de significância as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para o desempenho das poedeiras e a viabilidade econômica não foram encontrados efeitos para balanço eletrolítico e relação eletrolítica, porém o BE de 280 mEq/kg demonstrou os melhores valores. Para qualidade dos ovos observamos diferenças significativas para a relação eletrolítica nos parâmetros de porcentagem de gema e unidade Haugh, e ciclo, em todos os parâmetros avaliados onde o balanço de 140 mEq/kg e relação 2 e 2,5, independente de interações, demonstraram melhores índices de qualidade dos ovos.

**Palavras-chave:** Balanço eletrolítico. Desempenho. Qualidade do ovo.

## ABSTRACT

One metabolic disease that affects the layers hens is the acid-base disturbance. This disorder, which is aggravated by heat stress, consisting of an increase in blood pH, leading to respiratory alkalosis, thus compromising the performance and egg quality. To minimize this problem it is possible to manipulate the diet of the poultry, favoring balance and electrolyte ratio and hence reduce losses, mainly related mortality and fragility of the eggshell, events easily observed decline in layers hens production. Thus, the present study evaluated the effects of manipulation of electrolytes in the diet on the performance, egg quality and economic viability of laying hens in the decline phase of production in high temperature conditions. In the handling of electrolytes considered different electrolyte balance ( $\text{Na}^+ + \text{K}^+ - \text{Cl}^-$ ) and different electrolytic relations  $[(\text{K}^+ + \text{Cl}^-) / \text{Na}^+]$ . 288 laying hens were distributed by a design in random blocks in a factorial  $4 \times 3$  (4 electrolyte balance 140, 210, 280 and 310 mEq/kg  $\times$  3 electrolytic relations 2:1, 2.5:1 and 3:1) totaling 12 treatments with four replicates of six poultry each. Experimental diets were formulated by nonlinear programming free software. The experiment lasted for 3 cycles of 28 days each and the results were submitted to analysis of variance. In case of significance, the Tukey test at 5 % probability, compared the means. For the performance of laying and economic viability no effect on electrolyte balance and electrolyte ratio were found, but the BE of 280 mEq / kg demonstrated best values. For egg quality observed significant differences in electrolyte ratio in the parameters of yolk percentage and Haugh unit, and cycle, all parameters where the balance of 140 mEq / kg and 2 compared to 2.5, independent of interactions, demonstrated best indices of egg quality.

**Keywords:** Acid-base balance. Egg quality. Performance.

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> Rações experimentais para os balanços eletrolíticos de 140 e 210 mEq/kg e relações eletrolíticas de 2:1, 2,5:1 e 3:1 .....	10
<b>Tabela 2</b> Rações experimentais para os balanços eletrolíticos de 280 e 310 mEq/kg e relações eletrolíticas de 2:1, 2,5:1 e 3:1 .....	11
<b>Tabela 3</b> Custo (R\$/kg) dos ingredientes utilizados para formulação das rações.....	15
<b>Tabela 4</b> Valores de temperatura e umidade relativa do ar registrados no galpão experimental. ....	17
<b>Tabela 5</b> Resumo da análise de variância e dos valores médios encontrados para o desempenho produtivo das aves. ....	19
<b>Tabela 6</b> Resumo da análise de variância e dos valores médios encontrados para as variáveis de qualidade do ovo. ....	22
<b>Tabela 7</b> Valores médios encontrados durante o ensaio de metabolismo para umidade da excreta (%), matéria seca (g/ave/dia) e nitrogênio (g/ave/dia). ....	24
<b>Tabela 8</b> Valores médios encontrados durante o ensaio de metabolismo para nitrogênio excretado (g/ave/dia) e retenção aparente (%) em função do balanço eletrolítico e da relação eletrolítica .....	25
<b>Tabela 9</b> Valores médios para ingestão (g/ave/dia), excreção (g/ave/dia) e retenção aparente (%) de fósforo total e cálcio encontrados durante o ensaio de metabolismo. ....	26
<b>Tabela 10</b> Valores médios encontrados durante o ensaio de metabolismo para fósforo total excretado (g/ave/dia) e retenção aparente (%) em função do balanço eletrolítico e da relação eletrolítica. ....	27
<b>Tabela 11</b> Valores médios encontrados durante o ensaio de metabolismo para cálcio ingerido (g/ave/dia) e retenção aparente (%) em função do balanço eletrolítico e da relação eletrolítica. ....	28
<b>Tabela 12</b> Resumo da análise de variância e valores médios encontrados para o custo de produção de ovos (R\$/kg de ovo) e para o INBE .....	28

## LISTA DE EQUAÇÕES

<b>Equação 1</b> Média da Temperatura do ar recomendada pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). .....	8
<b>Equação 2</b> Média da Umidade Relativa do ar temperatura do ar recomendada pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). .....	8
<b>Equação 3</b> Índice de Temperatura e Umidade (ITU). .....	8
<b>Equação 4</b> Fórmula do Balanço Eletrolítico (BE) de Mongin. ....	9
<b>Equação 5</b> Fórmula da Relação Eletrolítica (RE) de Mongin. ....	9
<b>Equação 6</b> Fórmula para calcular o BE nas rações experimentais .....	9
<b>Equação 7</b> Fórmula para calcular a RE nas rações experimentais. ....	9
<b>Equação 8</b> Fórmula da Unidade Haugh.....	13
<b>Equação 9</b> Fórmula utilizada para calcular o Índice BioEconômico (INBE) .....	15
<b>Equação 10</b> Modelo matemático utilizado para as análises estatísticas dos dados de desempenho e qualidade do ovo .....	15
<b>Equação 11</b> Modelo matemático utilizado para as análises estatísticas dos dados do ensaio de metabolismo e viabilidade econômica.....	16

# SUMÁRIO

	Página
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>2</b>
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>7</b>
3.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS .....	7
3.2 INSTALAÇÕES, AVES E MANEJO.....	7
3.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL .....	8
3.4 RAÇÕES EXPERIMENTAIS .....	9
3.5 PARÂMETROS AVALIADOS.....	12
<b>3.5.1 Desempenho.....</b>	<b>12</b>
<b>3.5.2 Qualidade dos ovos.....</b>	<b>12</b>
<b>3.5.3 Ensaio de Metabolismo .....</b>	<b>13</b>
<b>3.5.4 Análise econômica .....</b>	<b>14</b>
<b>3.5.5 Análises estatísticas dos dados coletados .....</b>	<b>15</b>
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>17</b>
4.1 DESEMPENHO DAS AVES.....	18
4.2 QUALIDADE DO OVO.....	21
4.3 ENSAIO DE METABOLISMO.....	23
4.4 ANÁLISE ECONÔMICA .....	28
<b>5 CONCLUSÕES.....</b>	<b>29</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>30</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O Brasil destaca-se no setor de avicultura de postura, possuindo a maior indústria de produção de ovos da América Latina e a sétima maior do mundo (USDA, 2014). Em 2013 a produção nacional totalizou 34,1 bilhões de ovos, destinados 99% do total produzido para o mercado interno e 1% para exportações. O consumo per capita atingiu 168,72 ovos/habitante/ano, equivalente a um aumento de 4,45% referente ao ano anterior (UBABEF, 2014). Considerado o segundo alimento mais completo, o ovo possui alto valor nutricional, é de fácil preparo, digestão e absorção. Segundo Murakami et al. (2003), o ovo é fonte de nutrientes, principalmente de proteínas de alta qualidade.

Nas diferentes regiões do Brasil 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 ; ATUAHENE, 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 (LEESON et al., 1995).

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.

Segundo Summers e Leeson (1983), as taxas de produção de ovos diminuem enquanto o peso do ovo aumenta à medida que a idade da ave é avançada. A qualidade e composição do ovo também podem mudar de acordo com o nível de produção e a idade da poedeira. Com idade avançada, a proporção de gema aumenta, enquanto proporções de albúmen e espessura da casca diminuem (ALKBAR et al., 1983; FLETCHER et al, 1983).

Portanto, levando em consideração a queda na produção e na qualidade de ovos, ocasionados na fase final de postura em poedeiras comerciais, uma ração balanceada com

precisão para atender os níveis nutricionais adequados, juntamente com o conceito de balanço eletrolítico ideal, pode ser uma alternativa para minimizar os efeitos do estresse térmico no desempenho e na qualidade de ovos de poedeiras comerciais na fase final do primeiro ciclo de produção. Com isso objetivou-se com esse trabalho avaliar a viabilidade produtiva e econômica da utilização do conceito de equilíbrio acidobásico na formulação de rações para poedeiras em declínio de produção e criadas em condições de alta temperatura.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

Apesar dos inúmeros estudos, a perda na qualidade da casca do ovo ainda é um problema econômico grave e de difícil solução. Isso devido ao conjunto de fatores como: genética, fase do ciclo de produção, problemas de saúde no plantel, práticas de manejo, adequação nutricional e condições ambientais que influenciam na qualidade dessa casca.

Sabe-se que a absorção do cálcio (Ca) interfere diretamente na qualidade do ovo, isso em decorrência deste mineral ser de extrema importância para a constituição da casca, atingindo cerca de 39% de seu peso. A absorção de cálcio 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 acidobásica, caracterizada pela alcalose respiratória, sendo o estresse calórico um dos principais agentes desencadeador do quadro (MONGIN, 1981). Essa falta de equilíbrio eletrolítico pode resultar em ovos pequenos e de casca fina. Isso ocorre, principalmente, porque a alcalose afeta a concentração de cálcio no sangue, sendo que esse pode ser encontrado nas seguintes formas, cálcio ligado à proteína, cálcio complexado com ácidos orgânicos e cálcio na forma livre ou ionizada, sendo esse último, 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 de seus ingredientes sobre a manutenção do pH sanguíneo é um princípio estudado há mais de 60 anos, tanto com 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 mil equivalentes (mEq) de sódio mais potássio

menos cloro ( $\text{Na}^+ + \text{K}^+ - \text{Cl}^-$ ), como um método para afetar favoravelmente o balanço acidobásico do sangue. Posteriormente, Mongin (1981) definiu que para uma ave manter sua homeostase acidobásica em equilíbrio, é necessário que sua ingestão dietética catiônica somada à produção endógena de ácidos ( $\text{H}^+$ ), 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 acidobásico e na integridade dos mecanismos que regulam o transporte através das membranas celulares. Assim, o balanço desses minerais age diretamente no equilíbrio acidobásico 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; NOBAKHT et al., 2006).

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 et al. 1994; WILDMAN et al., 2007).

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  $[\text{Na}^+] + [\text{K}^+] - [\text{Cl}^-]$  (MONGIN, 1981; JOHNSON ; KARUNAJEEWA, 1985; VIEITES et al., 2005), sendo expresso em mEq/kg da dieta ou ainda pelas relações  $([\text{Na}^+] + [\text{K}^+]) / [\text{Cl}^-]$  (COHEN; HURWITZ; BAR, 1972; COHEN ; HURWITZ, 1974; JUNQUEIRA et al., 2000) ou  $([\text{K}^+] + [\text{Cl}^-]) / [\text{Na}^+]$  (MONGIN, 1981; AHMAD ; SARWAR, 2006), embora o emprego desta última relação seja mais escasso.

Normalmente as rações para aves apresentam uma diferença acidobásica entre 160 e 200, valor expresso em mil equivalentes/kg de ração (mEq/kg). Valores inferiores ou superiores indicam uma acidose ou alcalose metabólica potencial, respectivamente, e influem na formação e a resistência da casca do ovo. 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 alto pH no 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 et al. (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 et al. (2005), com base nos estudos de Mongin (1981), o equilíbrio acidobásico 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 acidobásica fisiológica da ave.

A partir da importância que o balanço acidobásico 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 (RIDDELL, 1975; BORGATTI et al., 2004), a sanidade (SAVEUR, 1984), a expressão do potencial genético dos animais (THORP et al., 1993), bem como nas respostas ao estresse térmico (TEERTER et al., 1985; FURLAN, 2006), 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 (PESTI et al., 1991; BORGATTI et al., 2004). 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 ( $Na + K - Cl$ ), relações  $(K + Cl) / Na$  ou  $(K + Na) / Cl$  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, 1994; 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 acidobásico 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 acidobásico, 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 pode 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<sub>3</sub>), assim como o carbonato de potássio (K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>), cloreto de amônia (NH<sub>4</sub>Cl), cloreto de potássio (KCl) e cloreto de cálcio (CaCl<sub>2</sub>), sulfato de potássio (K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) 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.

Hamilton e Thompson (1980), utilizando rações com os balanços eletrolíticos de 32,98; 14,09; 14,86; 11,87; 61,79 e 23,66 mEq/kg, verificaram que, embora o balanço iônico das poedeiras fosse influenciado pelo balanço eletrolítico da ração, não houve relação entre o balanço acidobásico e a resistência da casca do ovo.

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 (Na + K) / Cl (3,46; 4,46; 5,46 e 6,46), para poedeiras Hy-Line branca, com 54 semanas de idade, Junqueira et al. (2000) não observaram efeitos das relações (Na + K) / Cl 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 e relação (Na+ K)/Cl 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 e relação (Na+ K)/Cl de 2,73.

Nobakht et al. (2006) e Nobakht et al. (2007), avaliando o efeito de diferentes balanços eletrolíticos (0, 120, 240 e 360 mEq/kg), 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 determina melhoria na qualidade de casca tanto na fase pós pico como na fase inicial de postura.

Os relatos, na literatura, tratando da relação eletrolítica ( $[K^+] + [Cl^-] / [Na^+]$ ) são raros (AHMAD; SARWAR, 2006), apesar do conceito ter sido proposto desde 1981 (MONGIN, 1981), possivelmente pelas limitações da utilização dessa estratégia nutricional na planilha de cálculo para formulação, 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 bromatológica dos alimentos), com o propósito de facilitar o cálculo do balanço eletrolítico das rações para aves.

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS**

O experimento foi conduzido no Setor de Avicultura da Faculdade de Engenharia – UNESP- Ilha Solteira, composto por três períodos de 28 dias cada, perfazendo um total de 84 dias de experimento.

#### **3.2 INSTALAÇÕES, AVES E MANEJO**

A instalação utilizada foi um galpão convencional de postura (4,20 m de largura, 30 m de comprimento e 2,5 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 automático tipo taça.

No experimento foram utilizadas 288 poedeiras comerciais com 69 semanas de idade, distribuídas em 48 parcelas de 6 aves cada. Inicialmente as aves foram selecionadas de acordo com o peso corporal e taxa de produção de ovos para uniformização do lote e por um período de 4 semanas a produção foi controlada individualmente para posterior redistribuição nas parcelas para equalização da produção.

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). Os formulários para coleta de dados referentes ao número de ovos produzidos, inteiros e quebrados e à mortalidade, foram preenchidos diariamente.

A temperatura e umidade relativa do ar, máximas e mínimas, foram aferidas com o auxílio de um mini data *logger* localizado no ponto central do galpão, realizando coletas a cada 30 minutos. Para calcular as médias de temperatura e umidade relativa do ar, foram utilizadas as Equações 1 e 2 respectivamente, método recomendado pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

Os valores obtidos de temperatura do ar (TA) e umidade relativa 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 3), foi determinado que valores acima de 72 indicam que a ave está em condições de estresse térmico (MORAES ; OLIVEIRA, 2007).

$$T_m = \frac{T_{12h} + T_{max} + T_{min} + (2 \times T_{24h})}{5} \quad (1)$$

$$UR_m = \frac{UR_{12h} + UR_{18h} + (2 \times UR_{24h})}{4} \quad (2)$$

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

### 3.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O delineamento utilizado foi em blocos casualizados, distribuindo os tratamentos em um arranjo fatorial 4 x 3, sendo os fatores 4 balanços eletrolíticos (140, 210, 280 e 310 mEq/kg) e 3 relações eletrolíticas (2:1; 2,5:1 3:1), perfazendo um total de 12 tratamentos com 4 repetições de 6 aves cada, com parcelas subdivididas no tempo (três ciclos de 28 dias).

As fórmulas de Mogin (1968) foram utilizadas para calcular o balanço eletrolítico (Equação 4) e a relação eletrolítica (Equação 5):

$$BE (mEq/kg) = mEqNa^+ + mEqK^+ - mEqCl^- \quad (4)$$

$$RE = \frac{[K^+] + [Cl^-]}{[Na^+]} \quad (5)$$

Sobre o valor calculado em porcentagem de eletrólitos foram aplicadas as seguintes formulas, para balanço eletrolítico (Equação 6) e relação eletrolítica (Equação 7):

$$BE = \frac{(\%Na^+) \times (10.000)}{22,99^*} + \frac{(\%K^+) \times (10.000)}{39,102^*} - \frac{(\%Cl^-) \times (10.000)}{35,453^*} \quad (6)$$

$$RE = \frac{\frac{(\%K^+) \times (10.000)}{39,102^*} + \frac{(\%Cl^-) \times (10.000)}{35,453^*}}{\frac{(\%Na^+) \times (10.000)}{22,99^*}} \quad (7)$$

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

### 3.4 RAÇÕES EXPERIMENTAIS

As rações experimentais foram formuladas à base de milho, farelo de soja, óleo de soja, suplemento mineral e vitamínico, calcário calcítico e fosfato bicálcico, seguindo as recomendações do manual da linhagem Lohmann LSL (2011) sendo que os sais (NaCl, NaHCO<sub>3</sub>, CaCl<sub>2</sub> e H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) foram ajustados conforme as necessidades mínimas em Na, K e Cl e os ajustes eletrolíticos solicitado para cada ração experimental.

**Tabela 1** – Rações experimentais para os balanços eletrolíticos de 140 e 210 mEq/kg e relações eletrolíticas de 2:1, 2,5:1 e 3:1.

Balanço Eletrolítico Relação Eletrolítica	140 mEq/kg			210 mEq/kg		
	2:1	2,5:1	3:1	2:1	2,5:1	3:1
<b>Ingredientes</b>						
Milho (7,88%)	61,15	61,86	62,19	61,77	61,73	61,69
Soja Farelo (45%)	23,36	23,24	23,19	23,26	23,26	23,27
Óleo de Soja	1,89	1,65	1,53	1,68	1,69	1,70
Fosfato Bicálcico	1,42	1,41	1,41	1,41	1,42	1,42
Calcário Calcítico	10,82	10,82	10,82	10,82	10,82	10,82
Cloreto de Na (NaCl)	0,94	0,61	0,45	0,20	0,20	0,20
Bicarbonato de Na (NaHCO <sub>3</sub> )	-	-	-	0,50	0,38	0,29
Cloreto de Ca (CaCl <sub>2</sub> )	0,07	0,06	0,06	-	-	-
Sulfato de K (K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	-	-	-	0,01	0,15	0,26
DL-Metionina	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Polimix PR – 101*	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
<b>Composição Calculada</b>						
Energ. Met. Aves (kcal/kg)	2800	2800	2800	2800	2800	2800
Proteína Bruta (%)	15,50	15,50	15,50	15,50	15,50	15,50
Cálcio (%)	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50
P Disponível (%)	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
Potássio (%)	0,60	0,60	0,60	0,61	0,67	0,71
Sódio (%)	0,39	0,26	0,19	0,23	0,20	0,18
Cloro (%)	0,65	0,45	0,35	0,17	0,17	0,17
Ácido Linoléico (%)	2,37	2,26	2,20	2,27	2,28	2,28
Lisina Dig. (%)	0,72	0,71	0,71	0,72	0,72	0,72
Metionina Dig. (%)	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41
Metion + Cistina Dig. (%)	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63
Treonina Dig. (%)	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53
Triptofano Dig. (%)	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17
Valina Dig. (%)	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66
Isoleucina Dig. (%)	0,60	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59
BE= Na+K-Cl (mEq/kg)	140	140	140	210	210	210
RE= (K+Cl)/Na	2	2,5	3	2	2,5	3

\*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 2** – Rações experimentais para os balanços eletrolíticos de 280 e 310 mEq/kg e relações eletrolíticas de 2:1, 2,5:1 e 3:1.

Balanço Eletrolítico Relação Eletrolítica	280 mEq/kg			310 mEq/kg		
	2:1	2,5:1	3:1	2:1	2,5:1	3:1
<b>Ingredientes</b>						
Milho (7,88%)	60,45	60,41	60,37	59,89	59,84	59,82
Soja Farelo (45%)	23,48	23,48	23,49	23,57	23,58	23,58
Óleo de Soja	2,13	2,15	2,16	2,32	2,34	2,35
Fosfato Bicálcico	1,42	1,42	1,42	1,42	1,42	1,42
Calcário Calcítico	10,82	10,82	10,82	10,82	10,82	10,82
Cloreto de Na (NaCl)	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Bicarbonato de Na (NaHCO <sub>3</sub> )	0,69	0,54	0,43	0,78	0,62	0,49
Cloreto de Ca (CaCl <sub>2</sub> )	-	-	-	-	-	-
Sulfato de K (K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	0,46	0,63	0,76	0,65	0,83	0,97
DL-Metionina	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Polimix PR – 101*	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
<b>Composição Calculada</b>						
Energ. Met. Aves (kcal/kg)	2800	2800	2800	2800	2800	2800
Proteína Bruta (%)	15,50	15,50	15,50	15,50	15,50	15,50
Cálcio (%)	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50
P Disponível (%)	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
Potássio (%)	0,79	0,86	0,91	0,87	0,95	1,00
Sódio (%)	0,29	0,25	0,22	0,31	0,27	0,23
Cloro (%)	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17
Ácido Linoléico (%)	2,48	2,49	2,50	2,58	2,58	2,59
Lisina Dig. (%)	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72
Metionina Dig. (%)	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41
Metion + Cistina Dig. (%)	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63
Treonina Dig. (%)	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53
Triptofano Dig. (%)	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17
Valina Dig. (%)	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66
Isoleucina Dig. (%)	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
BE= Na+K-Cl (mEq/kg)	280	280	280	310	310	310
RE= (K+Cl)/Na	2	2,5	3	2	2,5	3

\*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.

As rações descritas nas Tabelas 1 e 2, foram isocalóricas, isocálcicas, isofosfóricas e isoaminoacídicas, variando, entretanto, os níveis de sódio, cloro e potássio para obtenção dos diferentes balanços e relações eletrolíticas. As rações foram formuladas utilizando o Programa Prático de Formulação de Rações (PPFR – Poedeiras), um programa livre que utiliza programação não-linear (GARCIA NETO, 2008).

### 3.5 PARÂMETROS AVALIADOS

#### 3.5.1 Desempenho

Ao final de cada período de 28 dias o desempenho das aves foi avaliado através dos dados de consumo de ração (g/ave/dia), produção de ovos (%), massa de ovos (g), peso dos ovos (g) e conversão alimentar (kg de ração/kg de ovo).

Para o consumo de ração (g/ave/dia), foram pesadas as quantidades de ração a serem fornecidas para cada parcela, iniciando o fornecimento no primeiro dia de cada ciclo e ao final do determinado ciclo (28 dias) foram pesadas as sobras. Essa quantidade determinou o consumo de ração para cada parcela de seis aves, durante o período avaliado. 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 ovo produzidos. A massa de ovos (g) foi calculada levando em consideração o peso médio do ovo (g) em relação à produção de ovos (%) do ciclo. Já a conversão alimentar foi calculada pelo consumo de ração da ave dividido pelo peso total de ovos ou dúzias, expressa em kg de ração/kg de ovos produzidos e kg de ração/dúzias produzidas, respectivamente.

#### 3.5.2 Qualidade dos ovos

Os parâmetros relativos à qualidade dos ovos foram avaliados durante os dois últimos dias de cada período, onde foram coletados aleatoriamente três ovos por repetição para determinação do peso do ovo (g), porcentagens de casca, albúmen e gema em relação ao peso

do respectivo ovo (g), gravidade específica ( $\text{g}/\text{cm}^3$ ), Unidade Haugh e espessura de casca (mm).

A gravidade específica ( $\text{g}/\text{cm}^3$ ) foi determinada com todos os ovos íntegros produzidos nas últimas 24 horas de cada dia de avaliação, adotando-se o procedimento de soluções de NaCl, de acordo com recomendação de Moreng e Avens (1990), sendo que as densidades entre as soluções variaram de 1,050 à 1,100  $\text{g}/\text{cm}^3$  com gradiente de 0,005 entre as medidas.

A unidade Haugh (UH) foi calculada (Equação 8) pela relação entre peso do ovo (g) e altura do albúmen (mm) utilizando-se a fórmula descrita por Card e Nesheim (1966). 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.

$$UH = 100 \times \log(H + 7,57 - (1,7 \times W \times 0,37)) \quad (8)$$

Onde, H = altura do albúmen (mm);

W = peso do ovo (g)

A espessura de casca foi medida através de um micrômetro digital (precisão de 0,001 mm) em três pontos retirados aleatoriamente no diâmetro central do ovo.

### 3.5.3 Ensaio de Metabolismo

Ao final do experimento foi realizado um ensaio para a coleta de excretas com a finalidade de quantificar e caracterizar as mesmas, determinando os teores de umidade, matéria seca, nitrogênio, cálcio, fósforo total. Foi mantido o mesmo delineamento experimental, entretanto não foi introduzido no modelo as parcelas subdivididas no tempo, uma vez que o ensaio ocorreu apenas em um ciclo.

O método utilizado foi o da coleta total de excretas. O ensaio teve duração de 72 horas, onde as excretas foram coletadas a cada 12 horas, com auxílio de bandejas galvanizadas forradas com lona localizadas sob cada gaiola, para individualizar e minimizar possíveis perdas do material coletado. Durante a coleta foram retirados os possíveis contaminantes,

como exemplo, penas e sobras de ração. As excretas coletadas em cada parcela forma homogeneizadas, ensacadas, congeladas e enviadas ao laboratório para análises.

As análises laboratoriais foram realizadas nos laboratórios de bromatologia e de nutrição de plantas, da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP – campus de Ilha Solteira. Os valores de umidade, matéria seca e nitrogênio presentes nas amostras de ração e de excretas foram determinados pelo sistema de Weende e para determinar cálcio e fósforo total, a metodologia aplicada foi a descrita por Silva e Queiroz (2002).

Com base nos dados de composição das rações e excretas, foram determinados: médias de ingestão (mg/ave/dia), excreção (mg/ave/dia) e retenção aparente do nitrogênio, cálcio e fósforo total (%).

#### **3.5.4 Análise econômica**

A análise econômica foi realizada considerando o desempenho médio das aves durante o período de 69 a 81 semanas de idade. Para os custos 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 o consumo de ração (kg) e o custo por kg de ração (R\$/kg). O custo da ração para produzir um quilograma de ovos, foi determinado levando em conta a quantidade de ração necessária para a produção de um quilograma de ovos e o preço por quilograma de ração.

O custo das rações foi determinado considerando a composição das rações e o preço dos ingredientes praticados no período. Os valores dos ingredientes utilizados na formulação das dietas foram cotados no dia 8 de dezembro de 2014 no estado de São Paulo e estão relacionados na Tabela 3.

Ao final dessa análise, para determinar a viabilidade da utilização do conceito de equilíbrio eletrolítico para poedeiras, foi utilizado o índice nutricional bioeconômico (INBE), adaptado e proposto por Guidoni et al. (1994).

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

Ingredientes	Preço por kg	Ingredientes	Preço por kg
Milho (7,88%)	R\$ 0,45	Cloreto de Na (NaCl)	R\$ 0,28
Soja Farelo (45%)	R\$ 1,09	Cloreto de Ca (CaCl <sub>2</sub> )	R\$ 1,35
Óleo de Soja	R\$ 2,04	Bicarbonato de Na (NaHCO <sub>3</sub> )	R\$ 1,20
Fosfato Bicálcico	R\$ 1,69	Sulfato de K (K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	R\$ 2,87
Calcário Calcítico	R\$ 0,13	DL-Metionina	R\$ 17,92
Polimix PR – 101	R\$ 7,60		

Fonte: Do próprio autor

O INBE (Equação 9) considera o custo da ração, o desempenho das poedeiras e o preço do por kg, acatando o peso médio comercial de 58g/ovo e o preço do quilograma de R\$2,61/kg de ovo na data da análise, para identificar a melhor relação custo/benefício, sendo, quanto maior este índice, melhor.

(9)

$$INBE = Kg \text{ de ovos produzidos} - \frac{\text{Custo da ração po kg}}{\text{Preço do ovo por kg}} \times \text{Consumo de ração por kg}$$

### 3.5.5 Análises estatísticas dos dados coletados

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância através do programa computacional Sisvar 5.3 Build 77®, desenvolvido por Ferreira (2011). Para os dados de desempenho e qualidade do ovo foi adotado o modelo matemático descrito na Equação 10, e para os parâmetros do ensaio de metabolismo e viabilidade econômica o modelo matemático está descrito na Equação 11.

(10)

$$y_{ijkl} = m + r_j + a_i + b_j + (abr)_{ijl} + c_k + (cr)_{kl} + (ac)_{ik} + (bc)_{jk} + (abc)_{ijk} + e_{ijkl}$$

$y_{ijkl}$ : é o valor observado na parcela experimental que recebeu o nível  $i$  do fator  $a$ , o nível  $j$  do fator  $b$  e o nível  $k$  do fator  $c$  no bloco  $l$ ;

$m$ : é a média geral do experimento;

$r_l$ : é o efeito do bloco  $l$  ( $l = 1, 2, 3$  e  $4$ );

$a_i$ : é o efeito do nível  $i$  do fator  $a$  ( $i = 140, 210, 280$  e  $310$  mEq/kg);

$b_j$ : é o efeito do nível  $j$  do fator  $b$  ( $j = 2:1, 2,5:1$  e  $3:1$ );

$(abr)_{ijl}$ : é o efeito da interação entre o nível  $i$  do fator  $a$ , o nível  $j$  do fator  $b$  e o bloco  $l$  (erro 1);

$c_k$ : é o efeito do nível  $k$  do fator  $c$  ( $k = 1, 2$  e  $3$ );

$(cr)_{kl}$ : é o efeito da interação entre o nível  $k$  do fator  $c$  e o bloco  $l$  (erro 2);

$(ac)_{ik}$ : é o efeito da interação entre o nível  $i$  do fator  $a$  e o nível  $k$  do fator  $c$ ;

$(bc)_{jk}$ : é o efeito da interação entre o nível  $j$  do fator  $b$  e o nível  $k$  do fator  $c$ ;

$(abc)_{ijk}$ : é o efeito da interação entre o nível  $i$  do fator  $a$ , o nível  $j$  do fator  $b$  e o nível  $k$  do fator  $c$ ;

$e_{ijkl}$ : é o erro experimental (erro 3).

(11)

$$y_{ijk} = m + a_i + b_j + (ab)_{ij} + r_k + e_{ijk}$$

$y_{ijk}$ : é o valor observado na parcela experimental que recebeu o nível  $i$  do fator  $a$  e o nível  $j$  no fator  $b$  no bloco  $k$ ;

$m$ : é a média geral do experimento;

$a_i$ : é o efeito do nível  $i$  do fator  $a$  ( $i = 140, 210, 280$  e  $310$  mEq/kg);

$b_j$ : é o efeito do nível  $j$  do fator  $b$  ( $j = 2:1, 2,5:1$  e  $3:1$ );

$(ab)_{ij}$ : é o efeito da interação entre o nível  $i$  do fator  $a$  e o nível  $j$  do fator  $b$ ;

$r_k$ : é o efeito do nível  $k$  do bloco ( $k = 1, 2, 3$  e  $4$ );

$e_{ijk}$ : é o erro experimental (erro 1).

No caso de significância para balanço eletrolítico, relações eletrolíticas e ciclo as médias foram comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

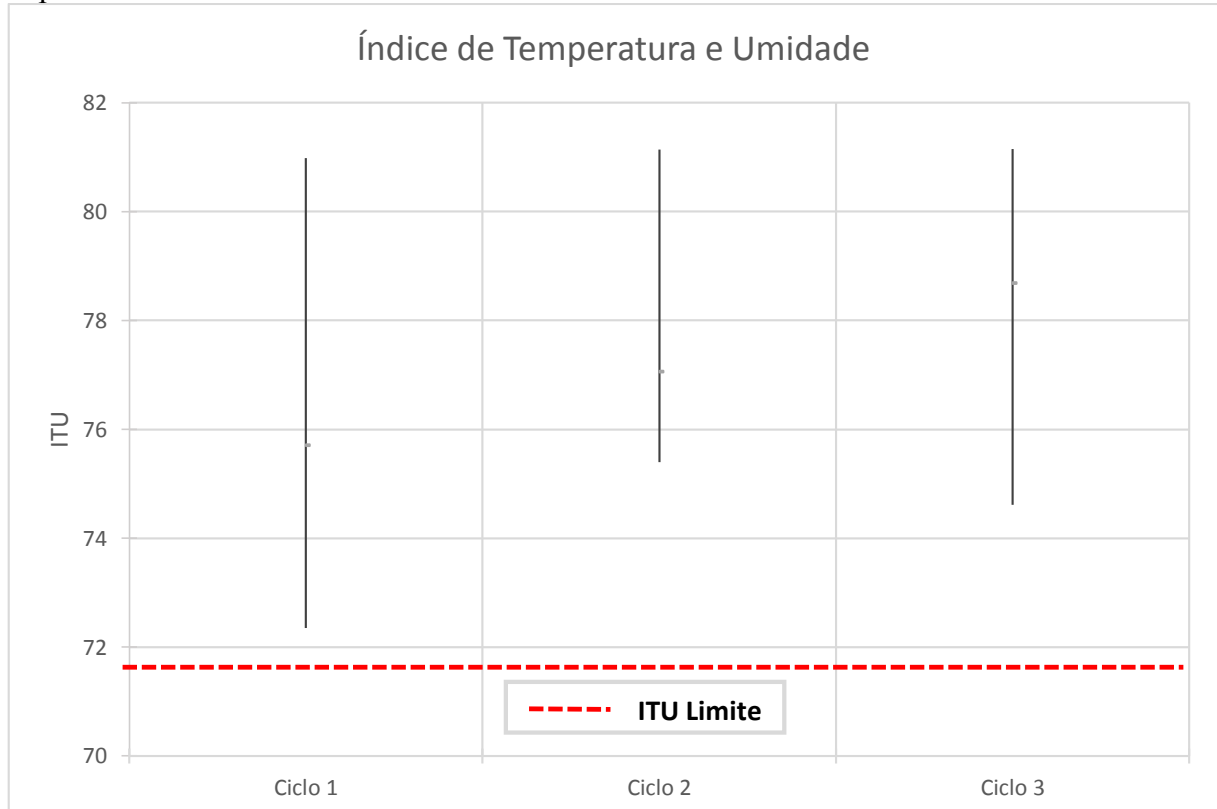
Os valores máximos, mínimos e médios de temperatura e umidade relativa do ar registrados durante os três ciclos estão descritos na Tabela 4 e os Índices de Temperatura e Umidade (ITU) diários em cada ciclo são apresentados na Figura 1.

**Tabela 4** – Valores de temperatura e umidade relativa do ar registrados no galpão experimental.

Ciclo	Temperatura (°C)			Umidade Relativa do ar (%)		
	Máxima	Mínima	Média	Máxima	Mínima	Média
1° (28/10 a 24/11/2013)	38,6	18,8	27,53	97,1	33,8	64,52
2° (25/11 a 22/12/2013)	39,1	21,3	28,36	97,6	26,5	64,91
3° (23/12/2013 a 19/01/2014)	39,1	20,8	28,07	96,8	33,9	69,63

Fonte: Do próprio autor

**Figura 1** – Índice de Temperatura e Umidade (ITU) registrados diariamente no galpão experimental durante cada ciclo.



Fonte: Do próprio autor

Após observação dos dados pode-se notar que durante todo o período experimental, a temperatura e a umidade relativa do ar, no ambiente estudado, atingiram níveis superiores à zona de termoneutralidade para aves, que segundo por Ferreira (2005) varia de 15 a 28°C e de 40 a 70% respectivamente.

A Figura 1 demonstra que em todo período experimental, os valores do ITU encontram-se acima do valor crítico de 72. Partindo desse princípio, determinado por Moraes e Oliveira (2007), podemos afirmar que essas aves passaram por uma situação de estresse térmico, evidenciado por mudanças comportamentais como diminuição da atividade e aumento na frequência respiratória.

Durante todo o período experimental a incidência de mortalidade foi extremamente reduzida, apenas 1,39%, sendo determinada por fatores isolados e não ligados ao estudo do equilíbrio eletrolítico.

#### 4.1 DESEMPENHO DAS AVES

Na Tabela 5 são apresentados 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 os parâmetros de desempenho não foram observados efeitos significativos ( $P > 0,05$ ) sobre o balanço eletrolítico e a relação eletrolítica, assim como também não ocorreu efeito significativo na interação entre BE e RE ( $P > 0,05$ ) ou interação entre esses fatores com os ciclos ( $P > 0,05$ ).

Por outro lado, independente dos fatores, balanço eletrolítico e relação eletrolítica, não apresentarem efeito significativo sobre os parâmetros avaliados, foi observado que para o BE de 280 mEq/kg os valores de consumo de ração, taxa de postura e massa de ovos foram 2,37; 5,25 e 5,13% superiores em relação à média dos demais balanços avaliados, além disso a conversão alimentar (kg/kg) também foi 2,93% melhor em relação à média dos demais balanços.

**Tabela 5** – Resumo da análise de variância e dos valores médios encontrados para o desempenho produtivo das aves.

	Consumo Ração (g/ave/dia)	Postura (%)	Peso Médio Ovo (g)	Massa ovos (g)	CA (kg/dz)	CA (kg/kg)	
<b>Balanco Eletrolítico (mEq/kg)</b>							
140	92,3363	84,3750	63,0528	53,1478	1,3346	1,7654	
210	94,6846	85,4138	63,2575	54,0178	1,3457	1,7759	
280	95,8742	89,6797	63,6325	56,6572	1,3067	1,7117	
310	93,9148	85,8418	63,3829	54,5147	1,3255	1,7440	
<b>Relação Eletrolítica</b>							
2:1	94,4549	86,1291	63,5867	54,7287	1,3350	1,7529	
2,5:1	94,7440	87,3398	62,8802	54,9025	1,3256	1,7575	
3:1	93,4086	85,5137	63,5273	54,1219	1,3238	1,7373	
<b>Ciclo</b>							
1	93,8740 b	86,4831	62,4444	54,0283	1,3064	1,7465	
2	96,1003 a	87,3377	63,1884	55,7283	1,3324	1,7582	
3	92,6332 b	85,1619	64,3614	56,9967	1,3455	1,7430	
<b>Níveis de Significância</b>							
FV	GL						
Balanco (B)	3	0,0854	0,1351	0,8908	0,1037	0,8148	0,6491
Relação (R)	2	0,4763	0,6438	0,5012	0,7899	0,9459	0,9011
B x R	6	0,2906	0,9644	0,3459	0,7748	0,9679	0,9839
Ciclo (C)	2	0,0056	0,1782	0,0664	0,1298	0,3075	0,9043
C x B	6	0,5828	0,8215	0,3271	0,4077	0,0843	0,1314
C x R	4	0,4019	0,7629	0,6175	0,5007	0,9680	0,7800
C x B x R	12	0,7411	0,3930	0,5524	0,3072	0,0572	0,1494
CV (%)		4,2000	5,73	3,32	6,94	5,50	6,45

FV = fontes de variação; GL = Graus de liberdade.

CV=Coeficiente de variação;

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

Para o consumo de ração (g/ave/dia) ocorreu efeito significativo para ciclo (P<0,01). O consumo de ração (g/ave/dia) observado no segundo ciclo foi maior em comparação ao encontrado no primeiro e no terceiro ciclo, os quais não diferiram entre si. Porém, mesmo esse consumo, está abaixo do padrão descrito pelo manual da linhagem (LOHMANN DO BRASIL, 2011), o qual as rações foram formuladas segundo as recomendações para poedeiras acima de 65 semanas com consumo de 100 g/ave/. O baixo consumo de ração pode ser explicado pelos altos valores de ITU verificados durante o experimento (Figuras 1), os quais

determinam desconforto térmico nas aves (SILVA et al, 2005; JACOMÉ, 2007; FURTADO, 2011; TINOCO, 2010).

Junqueira et al. (2000), estudando o efeito de diferentes níveis e fontes de sódio e cloro sobre o desempenho de poedeiras comerciais, obtiveram rações com diferentes relações eletrolíticas (3,46; 4,46; 4,46; 5,46; e 6,46) empregando a fórmula  $RE = ([Na^+] + [K^+]) / [Cl^-]$ , e não a utilizada no presente estudo ( $RE = ([K^+] + [Cl^-]) / [Na^+]$ ). Considerando essa última fórmula, as RE utilizadas no estudo de Junqueira et al. (2000) foram 3,5:1, 1,4:1, 1,45:1 e 0,95:1, onde a RE 1,4:1 e 3,5:1 apresentaram maior peso de ovo (g), diferente dos resultados encontrados no presente estudo, onde as RE não determinaram efeito sobre o peso dos ovos ( $P > 0,05$ ).

A ausência de efeitos do BE sobre consumo de ração (g/ave/dia), peso médio do ovo (g), massa de ovos (g) e conversão alimentar (kg/kg e kg/dz) observados 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) na dieta de poedeiras em de declínio de postura e condições de estresse calórico, também não constataram efeito deste fator sobre o consumo de ração, massa de ovos e conversão alimentar. Esses mesmos valores de Balanço eletrolítico 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.

Em estudo anterior, Murakami et al. (2003) constataram que balanços eletrolíticos variando de 174, 183, 192, 202 e 209 mEq/kg, para poedeiras no primeiro ciclo de produção, e de 205, 218, 231, 243 e 246 mEq/kg, para poedeiras no segundo ciclo de produção, também não interferiram no desempenho produtivo das aves. Neste estudo os autores trabalharam com níveis de sódio variando entre 0,12 a 0,24%, enquanto no presente estudo esses níveis variam de 0,18 a 0,39%, considerando-se não apenas os balanços, mas também as relações eletrolíticas. Desta forma, os resultados do presente estudo corroboram com os resultados apresentados por e Murakami et al. (2003), os quais não indicam alteração no desempenho produtivo das aves com o aumento do nível de sódio das dietas, o que também é evidenciado nos estudos de Junqueira et al. (2003), com dietas cujos níveis de sódio variaram de 0,17 a 0,28%.

Comparando os parâmetros de produção de ovos e conversão alimentar obtidos no presente estudo com os apresentados por Fassani (2002), que avaliou diferentes níveis de

sódio (0,05; 0,10; 0,15; 0,20 e 0,25%) para poedeiras Lohamnn LSL no período de pós-pico de postura, constata-se que os valores encontrados, de 86,32% e 1,75 kg/kg para produção de ovos e conversão alimentar, respectivamente foram superiores aos de 75,89% para produção de ovos e 2,14 kg/kg para conversão alimentar relatados por Fassani (2002).

No presente estudo há ainda que se considerar que, independente dos fatores avaliados, os valores médios de consumo de ração (94,2 g/ave/dia) e peso dos ovos (63,33 g) mostraram-se inferiores aos preconizados para a linhagem e idade das aves (100 g/ave/dia e 65,1 g/ovo), entretanto as aves apresentaram taxa de postura (86,33%) e massa de ovos (55,58 g) superiores ao indicado (80,5% e 54,7 g). Essa situação dá indícios de que as poedeiras conseguem suportar melhor as condições desfavoráveis de temperatura e umidade quando comparadas aos frangos de corte.

A maior resistência das poedeiras frente às condições climáticas adversas, ou seja, condições que caracterizam estresse por calor, possa ser uma provável resposta para falta de efeito da manipulação de eletrólitos da ração sobre o desempenho produtivo, isso quando comparado a frangos de corte, cujos estudos indicam ser essa manipulação uma importante estratégia para minimizar as perdas observadas durante o verão (BORGES et al., 2003; VIEITES et al., 2005; GAMBA, 2011).

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 evidenciada por Gamba (2011), onde a autora encontrou que o equilíbrio de eletrólitos correto 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.

## 4.2 QUALIDADE DO OVO

Na Tabela 6 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. Para nenhum dos parâmetros avaliados ocorreu efeito significativo do balanço eletrolítico ou

da interação entre BE e RE ( $P>0,05$ ), ocorrendo entretanto efeito significativo da relação ( $P<0,05$ ) sobre a unidade haugh e a porcentagem de gema (%).

**Tabela 6** – Resumo da análise de variância e dos valores médios encontrados para as variáveis de qualidade do ovo.

	Densidade (g/cm <sup>3</sup> )	UH	Espessura de casca (mm)	Casca (%)	Gema (%)	Albúmen (%)	
<b>Balanço Eletrolítico</b>							
140	1,0824	96,1874	0,3532	8,9898	25,9961	65,0140	
210	1,0821	94,3462	0,3533	9,0121	26,4449	64,5430	
280	1,0811	94,8731	0,3536	8,9685	26,0918	64,9397	
310	1,0812	95,0879	0,3482	8,8670	26,5598	64,5767	
<b>Relação Eletrolítica</b>							
2:1	1,0822	95,7556 a	0,3537	9,0071	25,8949 b	65,0979	
2,5:1	1,0822	95,7868 a	0,3549	9,0462	26,5582 a	64,3982	
3:1	1,0807	94,0286 b	0,3475	8,8247	26,3663 ab	64,8090	
<b>Ciclo</b>							
1	1,0834 a	94,5748 b	0,3577 a	9,1171 a	26,1175 b	64,7653 ab	
2	1,0805 b	93,5617 b	0,3477 b	8,8973 b	26,4708 a	64,6319 b	
3	1,0810 b	97,2344 a	0,3508 ab	8,8636 b	26,2312 ab	64,9078 a	
<b>Níveis de Significância</b>							
FV	GL						
Balanço (B)	3	0,3043	0,1890	0,7090	0,6273	0,2043	0,3741
Relação(R)	2	0,0544	0,0497	0,2660	0,0948	0,0497	0,0710
B x R	6	0,9766	0,9725	0,9421	0,7399	0,1994	0,1668
Ciclo (C)	2	0,0001	0,0001	0,0359	0,0034	0,0133	0,0311
C x B	6	0,6305	0,3261	0,0691	0,4838	0,8131	0,7135
C x R	4	0,7080	0,4782	0,4231	0,4251	0,1403	0,1672
C x B x R	12	0,9573	0,2183	0,9864	0,8204	0,7090	0,8463
CV (%)		0,18	2,4300	3,56	3,9500	3,5700	1,57

FV = fontes de variação; GL = Graus de liberdade.

CV=coeficiente de variação

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

A relação eletrolítica influenciou significativamente ( $P<0,05$ ) um parâmetro importante relacionado à qualidade dos ovos, a unidade haugh, sendo que a relação 3:1 determinou os piores valores, enquanto as relações 2:1 e 2,5:1, os melhores valores. Entretanto a relação 2:1 demonstrou menores valores para porcentagem de gema quando comparada às relações de 2,5:1 3:1.

Murakami et al (2003), estudando o efeito do balanço eletrolítico (205, 218, 231, 243 e 246 mEq/kg) sobre a qualidade dos ovos, também não encontraram influência do BE, embora a amplitude de balanços avaliados tenha sido bem inferior a praticada no presente estudo. Entretanto nos estudos de Nobakht et al. (2006) para poedeiras na fase de pós pico de postura, verificou-se que o BE de 360 mEq/kg determinou melhoria na qualidade dos ovos em relação aos balanços de 0, 120 e 240 mEq/kg. Esse favorecimento do balanço catiônico na qualidade dos ovos não foi constatado no presente estudo.

Quanto à influência da RE, os resultados da literatura são conflitantes, principalmente em função das diferentes equações utilizadas para estabelecer relações entre Na, Cl e K.

Observou-se ainda efeito significativo do ciclo sobre todos os parâmetros de qualidade do ovo. O efeito de ciclo já era esperado, pois a temperatura durante cada ciclo avaliado sofreu uma amplitude em média de 18,6°C. Pode-se ressaltar que quanto maior a porcentagem de casca (mm), nesse caso para o primeiro ciclo, melhor os índices de espessura de casca (%) e densidade (g/cm<sup>3</sup>).

Para a porcentagem de albúmen, observou-se diferença (P<0,05) entre o terceiro e o segundo ciclo. De uma forma geral os valores de densidade, espessura da casca e porcentagem de casca foram melhores no ciclo 1 em relação ao ciclo 2.

Independente dos ciclos, os valores alcançados para os parâmetros de qualidade dos ovos foram satisfatórios. Segundo USDA (2000) ovos de excelente qualidade possuem valores de unidade Haugh acima de 72, porcentagem de casca até 11 %, demonstrando que no presente estudo esses índices foram alcançados.

#### 4.3 ENSAIO DE METABOLISMO

Os teores médios de umidade da excreta (%) e os valores médios de ingestão (g/ave/dia), excreção (g/ave/dia) e retenção aparente (%) da matéria seca e do nitrogênio são apresentados na Tabela 7. Entre os parâmetros avaliados, apenas o teor de umidade das excretas sofreu influência significativa (P<0,05) do balanço e da relação eletrolítica. O balanço de 210 mEq/kg determinou menor excreção de água em relação aos BE de 280 e 310 mEq/kg, não diferindo entretanto do BE de 140 mEq/kg. Já as relações eletrolíticas de 2:1 e 2,5:1 promoveram excretas com maior umidade, entretanto a relação 3:1 não diferenciou significativamente (P>0,05) da 2,5:1.

**Tabela 7** – Valores médios encontrados durante o ensaio de metabolismo para umidade da excreta (%), matéria seca (g/ave/dia) e nitrogênio (g/ave/dia).

	Umidade da Excreta (%)	Matéria Seca (g/ave/dia)			Nitrogênio (g/ave/dia)			
		Ingerido	Excretado	Retenção Aparente (%)	Ingerido	Excretado	Retenção Aparente (%)	
Balança eletrolítico (BE)								
140	78,0897 ab	77,6298	19,3123	75,0224	2,3520	1,0509	54,9248	
210	76,4828 b	79,7630	19,4154	75,7351	2,3404	1,0827	53,4859	
280	79,0775 a	80,3925	19,1279	76,0393	2,3949	1,0470	55,9522	
310	79,6285 a	79,9175	19,7815	75,2039	2,4078	1,0744	55,3360	
Relação eletrolítica (RE)								
2:1	79,1888 a	80,3501	19,1750	76,1112	2,3963	1,0690	55,0005	
2,5:1	77,9447 ab	79,8403	20,2971	74,5429	2,4018	1,1000	54,0221	
3:1	77,8254 b	78,0867	18,7556	75,8465	2,3232	1,0223	55,7517	
FV	GL	Valores de significância						
BE	3	0,0001	0,8733	0,9319	0,6500	0,9126	0,8723	0,6873
RE	2	0,0278	0,7501	0,2116	0,1108	0,6590	0,2237	0,6395
BExRE	6	0,0539	0,2363	0,6830	0,6863	0,0948	0,0068	0,0134
CV(%)		1,93	11,10	12,87	2,9	11,38	11,76	9,38

FV = fontes de variação; GL = Graus de liberdade.

CV = coeficiente de variação.

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

Nas rações manipuladas para a obtenção dos diferentes equilíbrios eletrolíticos, a média dos teores de sódio para os balanços de 140, 210, 280 e 310 mEq/kg foram respectivamente 0,28, 0,20, 0,25 e 0,27%. Portanto podemos relacionar a menor excreção de água no BE de 210 mEq/kg, com a menor porcentagem de sódio da dieta. O mesmo aconteceu para as relações eletrolíticas, onde os teores de sódio foram 0,30, 0,25 e 0,20%, para as relações de 2:1, 2,5:1 e 3:1, respectivamente.

No estudo de Vieites et al. (2005), com diferentes BE (0; 50; 100; 150; 200; 250; 300 e 350 mEq/kg) 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, mesmo ocorrendo situação similar onde os maiores BE (280 e 310 mEq/kg) determinaram excretas com maior umidade, não observou-se diferença significativa entre o teor de umidade das excretas do BE de 140 mEq/kg em relação aos balanços de 280 e 310 mEq/kg, sendo muito próximos os teores de sódio entre esses balanços quando considerada a média entre todas as relações (0,28; 0,25 e 0,27% de sódio, respectivamente).

Para os valores de ingestão de matéria seca e nitrogênio (g/ave/dia) não foram observados efeitos isolados do BE ou da RE, porém ocorreu efeito significativo da interação entre BE e RE sobre o teor de nitrogênio excretado ( $P < 0,01$ ) e a retenção aparente (%) ( $P < 0,05$ ). O desdobramento da interação (Tabela 8) indica que o BE de 310 mEq/kg, associado a RE 3:1 evidenciou menor teor de nitrogênio excretado quando comparado aos demais tratamentos.

**Tabela 8** – Valores médios encontrados durante o ensaio de metabolismo para nitrogênio excretado (g/ave/dia) e retenção aparente (%) em função do balanço eletrolítico e da relação eletrolítica.

RE	Balanço Eletrolítico (BE)			
	140	210	280	310
	Nitrogênio excretado (g/ave/dia)			
2:1	0,9581	1,1026	1,0859	1,1293 a
2,5:1	1,1660	1,0125	1,0021	1,2197 a
3:1	1,0288 AB	1,1330 A	1,0531 AB	0,8774 Bb
	Retenção Aparente do Nitrogênio (%)			
2:1	59,5197 A	47,9948 Bb	55,8615 AB	56,6259 AB
2,5:1	51,6800	58,8305 a	55,2674	50,3108
3:1	53,5749	53,6325 ab	56,7278	59,0715

CV=coeficiente de variação;

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

Para a retenção aparente (%) do nitrogênio observamos diferenças significativas ( $P < 0,05$ ) para a RE de 2:1, onde o BE de 140 mEq/kg apresentou maiores valores, no entanto não diferiu ( $P > 0,05$ ) dos BE de 280 e 310 mEq/kg. Esse comportamento indica melhor aproveitamento do nitrogênio dentro do BE de 140 mEq/kg quando associado a RE 2:1.

Na Tabela 9 são apresentados os valores médios de ingestão (g/ave/dia), excreção (g/ave/dia) e retenção aparente (%) do fósforo total e do cálcio. Ocorreu efeito significativo da interação entre BE e RE para ingestão de fósforo total ( $P < 0,01$ ) e excreção e retenção aparente do fósforo total ( $P < 0,05$ ), sendo o desdobramento apresentado na Tabela 10.

Apenas na RE de 2:1 a ingestão de fósforo total foi influenciada pelo BE ( $P < 0,05$ ), com os BE de 280 e 310 mEq/kg apresentando os maiores valores e os BE de 140 e 210 mEq/kg os menores. Apenas nestes dois últimos BE a relação de 2:1 determinou a menor ingestão de fósforo total ( $P < 0,05$ ).

**Tabela 9** – Valores médios para ingestão (g/ave/dia), excreção (g/ave/dia) e retenção aparente (%) de fósforo total e cálcio encontrados durante o ensaio de metabolismo.

		Fósforo Total (g/ave/dia)			Cálcio (g/ave/dia)			
		Ingerido	Excretado	Retenção Aparente (%)	Ingerido	Excretado	Retenção Aparente (%)	
Balança eletrolítico (BE)								
		140	0,6819	0,3909	42,5885	4,0716	1,6031	59,0688
		210	0,7394	0,4294	41,5201	5,8924	1,6746	70,9163
		280	0,7821	0,4107	47,6406	4,7936	1,4693	68,9562
		310	0,7273	0,4504	38,3688	4,8168	1,3952	70,3103
Relação eletrolítica (RE)								
		2:1	0,7012	0,4230	39,6173	4,9462	1,3557	71,7493
		2,5:1	0,7322	0,4158	43,2252	4,7118	1,7429	62,9587
		3:1	0,7646	0,4222	44,7460	5,0227	1,5081	67,2307
		Valores de significância						
FV	GL							
BE	3	0,0102	0,1338	0,0032	0,0000	0,4042	0,0044	
RE	2	0,0423	0,9384	0,0423	0,2088	0,5470	0,0203	
BExRE	6	0,0001	0,0212	0,0352	0,0000	0,7910	0,0027	
CV(%)		9,27	14,85	13,26	10,33	28,50	12,46	

FV = fontes de variação; GL = Graus de liberdade.

CV=coeficiente de variação

Para a excreção de fósforo total, as diferenças ocasionadas pelos BE também só foram constatadas na RE de 2:1, com menor ( $P < 0,05$ ) excreção no BE de 140 mEq/kg, entretanto, semelhante a excreção do BE de 210 mEq/kg, de forma que a ingestão e a excreção de fósforo total apresentaram um comportamento bastante semelhante. No BE de 140 mEq/kg observou-se ainda menor excreção de fósforo total na RE de 2:1, a qual diferiu apenas da RE 3:1 ( $P < 0,05$ ).

Os valores de retenção aparente do fósforo total nos BE de 280 e 210 mEq/kg foram maiores, determinando melhor aproveitamento do nutriente na RE de 2,5:1. O BE de 210 mEq/kg associado a RE de 2:1 determinou menor retenção aparente (%) do fósforo total, indicando pior aproveitamento do fósforo da dieta.

**Tabela 10** – Valores médios encontrados durante o ensaio de metabolismo para fósforo total excretado (g/ave/dia) e retenção aparente (%) em função do balanço eletrolítico e da relação eletrolítica.

Balanço Eletrolítico (BE)				
RE	140	210	280	310
Fósforo total ingerido (g/ave/dia)				
2:1	0,5466 Bb	0,6374 Bb	0,8187 A	0,8022 A
2,5:1	0,7346 a	0,7836 a	0,7250	0,6857
3:1	0,7646 a	0,7972 a	0,8025	0,6941
Fósforo total excretado (g/ave/dia)				
2:1	0,3196 Bb	0,4239 AB	0,4581 A	0,4904 A
2,5:1	0,4309 ab	0,4077	0,3657	0,4590
3:1	0,4222 a	0,4566	0,4083	0,4017
Retenção Aparente de Fósforo total(%)				
2:1	41,4673	33,3346 b	44,0276	39,6397
2,5:1	41,5522 A	48,1564 Aa	49,7744 A	33,4177 B
3:1	44,7460	43,0693 ab	49,1198	42,0490

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

Como observado na Tabela 9, ocorreu interação significativa para ingestão e retenção aparente do cálcio ( $P < 0,01$ ), sendo o desdobramento apresentado na Tabela 11.

A ingestão de cálcio foi menor ( $P < 0,05$ ) no BE de 140 mEq/kg tanto na RE de 2:1 como 3:1, porém o comportamento da ingestão de cálcio em função da RE dentro de cada BE apresentou comportamento muito distinto, não seguindo nenhum padrão. Enquanto no BE de 140 mEq/kg a RE de 2,5:1 determinou a maior ingestão, nos BE de 210 e 310 mEq/kg nesta relação 2,5:1 ocorreram as menores ingestões de cálcio. Entretanto foi apenas na RE de 3:1 que se observou efeito do BE sobre a retenção aparente do cálcio, com menor ( $P < 0,05$ ) valor obtido com o BE de 140 mEq/kg. Ainda no BE de 140 mEq/kg foi observada menor retenção aparente (%) na relação 3:1.

O cálcio foi melhor aproveitado pelas poedeiras nos BE de 210 e 310 mEq/kg, quando associados às relações eletrolíticas de 2:1 e 3:1. A menor retenção de cálcio foi determinada pela associação do BE de 140 mEq/kg à RE de 3:1, o que pode ser um indício de comprometimento no metabolismo do cálcio. Quando considerada a qualidade dos ovos (Tabela 6), também pode ser observado que a RE de 3:1 determinou menor unidade Haugh dos ovos.

**Tabela 11** – Valores médios encontrados durante o ensaio de metabolismo para cálcio ingerido (g/ave/dia) e retenção aparente (%) em função do balanço eletrolítico e da relação eletrolítica.

RE	Balanço Eletrolítico (BE)			
	140	210	280	310
	Cálcio ingerido (g/ave/dia)			
2:1	3,6729 Cb	5,9875 Ab	5,1399 AB	4,9846 Ba
2,5:1	5,3481 Aa	4,7021 ABc	4,7608 AB	4,0364 Bb
3:1	3,1938 Cb	6,9875 Aa	4,4802 B	5,4293 Ba
	Retenção aparente de Cálcio (%)			
2:1	63,0364 a	77,9577 a	71,9758	74,0273 a
2,5:1	67,1731 a	61,0326 b	64,4156	59,2135 b
3:1	46,9968 Bb	73,7587 Aab	70,4772 A	77,6901 Aa

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

#### 4.4 ANÁLISE ECONÔMICA

A utilização do conceito de equilíbrio eletrolítico na formulação das rações não determinou efeito ( $P > 0,05$ ) sobre a viabilidade econômica, avaliada por meio do custo por quilograma de ovo produzido e pelo Índice bioeconômico (Tabela 12).

**Tabela 12** – Resumo da análise de variância e valores médios encontrados para o custo de produção de ovos (R\$/kg de ovo) e para o INBE.

RE	Balanço Eletrolítico (BE)							
	Custo/kg de ovo (R\$/Kg)				INBE			
	140	210	280	310	140	210	280	310
2:1	1,195	1,150	1,160	1,230	4,733	5,151	5,426	4,774
2,5:1	1,152	1,205	1,180	1,210	5,083	4,901	5,118	5,005
3:1	1,167	1,185	1,175	1,217	4,939	4,828	5,163	4,828

Fonte: Do próprio autor

Embora não tenha ocorrido efeito significativo ( $P > 0,05$ ) dos fatores avaliados sobre os índices econômicos, é possível avaliar a viabilidade econômica em função dos percentuais de aumento no custo ou melhoria na INBE. Com base no custo da alimentação para a produção de 1kg de ovo torna-se inviável a utilização do BE de 310 mEq/kg associado à RE de 2:1,

uma vez que elevou em 4,15% o custo quando comparado às demais associações entre BE e RE.

Observou-se também que a combinação do BE de 280 mEq/kg com a RE de 2:1 determinou uma melhoria de 8,60% no INBE, demonstrando melhor custo/benefício quando comparada com às demais rações.

## **5 CONCLUSÕES**

O uso de diferentes equilíbrios eletrolíticos para poedeiras comerciais em declínio de postura, não determinaram alterações no desempenho produtivo das poedeiras submetidas às altas temperaturas e elevada umidade relativa do ar, demonstrando a habilidade de aclimação das poedeiras às condições adversas de temperatura e umidade. Apenas a associação do BE de 140mEq/kg à RE 3:1 piorou a retenção de cálcio e a unidade Haugh, influenciando a qualidade do ovo. Porém o BE de 280 mEq/kg mostrou-se economicamente mais viável.

## 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.
- AKBAR, M. K.; GAVORO, J. S.; FRIARS, G. W.; GOWE, R. S. Composition of eggs by commercial size categories effects of genetic group, age and diet. **Poultry Science**, Cary, v. 62, p. 925-933, 1983.
- 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.
- BALNAVE, D.; MUHEEREZA, S. K. Improving eggshell quality at high temperatures with dietary sodium bicarbonate. **Poultry Science**, Cary, v. 76, 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, p. 153-157, 2004.
- BORGES, S. A. Aplicação do conceito de balanço eletrolítico para aves. In: CONFERÊNCIA APINCO 2006 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 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 Veterinária, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2001.
- 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).
- CARD, L. E.; NESHEIM, M. C. **Poultry production**. Philadelphia: Lea & Febiger, 1966. 399 p.
- COELLO, C. L.; MENOCA, J. A.; GONZÁLEZ, E. A. Síndrome metabólicas em frangos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO 2008 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, Santos, **Anais...** Santos: APINCO, 2008. p. 263-278.
- 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**, Cary, v. 53, 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**, Bethesda, 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, 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, p. 467-475, 2000.

FASSANI, E. J. et al. Utilização de diferentes níveis de suplementação de sódio para poedeiras comerciais no segundo ciclo de produção. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v. 4, n. 3, p. 235-241, 2002. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbca/v4n3/14669.pdf>>. Acesso em: 03 mar. 2015.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

FLETCHER, D. L.; BRITTON, W. M.; PESTI, G. M.; SAVAGE, S. I. The relationship of later flock age and egg weight on egg component yields and solid content. **Poultry Science**, Cary, v. 62, p.1800-1805, 1983.

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.

FURTADO D. A.; MOTA J. K. M.; NASCIMENTO J. W. B.; SILVA V. R.; TOTA L. C. A. Produção de ovos de matrizes pesadas criadas sob estresse térmico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, v. 15, n. 7, p. 748–753, 2011.

GAMBA, J. P. **Uso estratégico do equilíbrio eletrolítico para minimizar os efeitos do estresse térmico em frangos de corte**. 2011. 92 f. Dissertação (Mestrado) - Curso 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: 20 jan. 2015.

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

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

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.

HAMILTHON, R. M. G.; THOMPSON, B. K. Effects of sodium plus potassium to chloride ratio in practical – type diets on blood gas levels in three strains of white leghorn hens and the relationship between acid-base balance and egg shell strength. **Poultry Science**, Cary, v. 59, n. 6, p. 1294–1303, 1980.

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, 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, p. 3687-3693, 1990.

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

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA - INMET. **Normais Climatológicas do Brasil, 1961-1990**. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/webcdp/climatologia/normais/imagens/normais/textos/metodologia.pdf>. Acesso em: 12 dez. 2014.

JÁCOME, I. M. T. D.; FURTADO, D. A.; LEAL, A. F.; SILVA, J. H. V.; MOURA, J. F. P. Avaliação de índices de conforto térmico de instalações para poedeiras no nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 11, p. 527-531, 2007.

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**, Bethesda, v. 115, p. 1680-1690, 1985.

JUDICE, J. P. M.; BERTECHINI, A. G.; MUNIZ, J. A. et al. Balanço cátio-aniônico das rações e manejo alimentar para poedeiras de segundo ciclo. Lavras. **Ciência Agrotécnologia**, 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.

JUNQUEIRA, O. M.; ANDREOTTI, M. O.; FARIA, D. E.; RODRIGUES, E. A.; ARAÚJO, L. F. Fontes e níveis de de sódio em rações de poedeiras comerciais. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, Maringa, v. 25, n. 1, p. 79-84, 2003.

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, 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, p. 318-30, 1972.

LOHMANN DO BRASIL. **Guia de manejo:** Lohmann LSL. São José do Rio Preto - SP, 2011. 28 p. Disponível em: <[http://www.ltz.com.br/downloads/guia\\_manejo\\_lsl.pdf](http://www.ltz.com.br/downloads/guia_manejo_lsl.pdf)>. Acesso em: 19 mar. 2014.

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, p. 281-288, 1984.

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

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**, Palmerston North, v. 40, p. 285-294, 1981.

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

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, 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**, Cary, v. 87, p. 2441-2450, 2008.

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. **Anais...** Aracaju: CBAGRO, 2007.

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, p. 543-546, 2007.

NRC. National Research Council. **Nutrient requirements of poultry**. 9. ed. Washington (DC): 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**, Maringá, v. 25, 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**, Cary, v. 78, 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**, Baltimore, v. 243, p. 265-E271, 1982.

RIDDEL, C. Studies on the pathogenesis of tibial dyschondroplasia in chickens. II. Growth rate of long bones. **Avian Diseases**, Jacksonville, v. 19, 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, 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**, Cary, v. 86, n. 8, p. 1760-1765, 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.

SAVEUR, B. Dietary factors as causes of leg abnormalities in poultry – a review. **World's Poultry Science Journal**, Beekbergen, v. 40, p. 195-206, 1984.

SAVEUR, B.; MONGIN, P. Interrationships between dietary concentrations of sodium, potassium and chloride in laying hens. **British Poultry Science**, Abingdon, v. 19, p. 475-485, 1978.

SILVA, D. J. ; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. Viçosa: UFV, 2002. 235 p.

SILVA, J. H. V.; JORDÃO FILHO, J.; SILVA, E. L.; RIBEIRO, M. L. G.; FURTADO, D. A. Efeito do bebedouro e da densidade de alojamento no desempenho de frangos de corte em alta temperatura. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 9, p. 636-641. 2005.

SUMMERS, J. D.; LEESON, S. Factors influencing early egg size. **Poultry Science**, Cary, v. 62, p. 1155-1159, 1983.

TALBOT, C. J. Sodium, potassium and chloride imbalance in broiler diets. **Proceedings of the Nutrition Society**, Palmerston North, v. 37, 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**, Cary, v. 64, p. 1060-1064, 1985.

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, p. 311-324, 1993.

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.

UNIÃO BRASILEIRA DE AVICULTURA, UBABEF – **Relatório anual**, 2014.

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.

USDA - **International egg and poultry review**, v.17, n.32, set. 2014.

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.