

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CÂMPUS DE ILHA SOLTEIRA**

Leonardo Tedeschi

Zootecnista

**VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA DA
INCORPORAÇÃO DO BALANÇO ELETROLÍTICO NA
FORMULAÇÃO DE RAÇÕES PARA POEDEIRAS EM
SEGUNDO CICLO DE PRODUÇÃO**

**Ilha Solteira
2016**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CÂMPUS DE ILHA SOLTEIRA**

Leonardo Tedeschi

**VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA DA
INCORPORAÇÃO DO BALANÇO ELETROLÍTICO NA
FORMULAÇÃO DE RAÇÕES PARA POEDEIRAS EM
SEGUNDO CICLO DE PRODUÇÃO**

Profa. Dra. ROSEMEIRE DA SILVA FILARDI
Orientadora

Profa. Dra. GLAUCIA AMORIM FARIA
Co-orientadora

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

**Ilha Solteira
2016**

FICHA CATALOGRÁFICA

Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

- T256v Tedeschi, Leonardo.
Viabilidade técnica e econômica da incorporação do balanço eletrolítico na
formulação de rações para poedeiras em segundo ciclo de produção /
Leonardo Tedeschi. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2016
58 f. : il.
- Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de
Engenharia de Ilha Solteira. Área de conhecimento: Nutrição e Alimentação
Animal, 2016
- Orientador: Rosemeire da Silva Filardi
Co-orientador: Glaucia Amorim Faria
Inclui bibliografia
1. Desempenho. 2. Equilíbrio eletrolítico. 3. Estresse calórico. 4. Qualidade
de ovos.

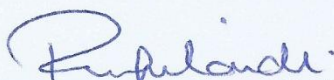
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: Viabilidade técnica e econômica da incorporação do balanço eletrolítico na formulação de rações para poedeiras em segundo ciclo de produção..

AUTOR: LEONARDO TEDESCHI

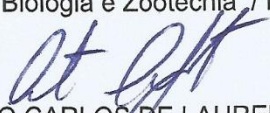
ORIENTADORA: ROSEMEIRE DA SILVA FILARDI

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



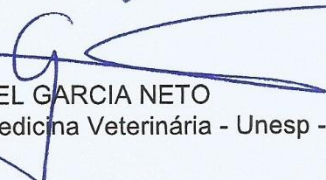
Profa. Dra. ROSEMEIRE DA SILVA FILARDI

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



Prof. Dr. ANTONIO CARLOS DE LAURENTIZ

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



Prof. Dr. MANOEL GARCIA NETO

Faculdade de Medicina Veterinária - Unesp - Araçatuba

Ilha Solteira, 03 de março de 2016

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

AGRADECIMENTOS

A Deus, que me ampara em todas as situações e está me possibilitando concluir mais uma etapa importante em minha vida.

A Mariana Fogale, companheira e auxiliadora nos momentos bons e ruins e por podermos conquistar mais esta vitória juntos.

Aos meus pais, Nadir Tedeschi e Léia S. Tedeschi e irmã Gabriela Tedeschi, pelas horas de conversas e ensinamentos que me ajudam a crescer e conquistar meus objetivos.

Aos meus familiares, avós, tios e primos, pela compreensão e apoio nas decisões tomadas.

A Sandra e Everaldo que me incentivaram, acompanharam e assistiram.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pelo incentivo e oportunidade que oferece aos novos pesquisadores, pela concessão da bolsa e apoio financeiro (Processo 2014/12820-5), pois sem esse apoio o trabalho não seria possível.

A Prof^a. Dr.^a Rosemeire da Silva Filardi, pelos conselhos e ajuda oferecida durante a pós-graduação, pela orientação e por poder considerá-la como amiga.

Aos meus mestres Antonio Carlos de Laurentiz, Gláucia Amorim Faria e Manoel Garcia Neto. Obrigado 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 e funcionários da UNESP, pelos ensinamentos profissionais e para a vida.

Aos velhos amigos, que o tempo e a distância só serviram de pretexto para visitas e viagens até Ilha Solteira.

Aos novos amigos, a III turma de mestrado em Ciência e Tecnologia Animal (UNESP/Ilha Solteira - Dracena) e principalmente aos membros da Republica Vizinhos do Pinheirinho, que na ausência dos familiares, acabaram estabelecendo vínculos como os de uma família e agora fazem parte da minha vida.

E a todos os nomes aqui citados, agradeço pelos momentos de alegria, tristeza, discussões, risadas, bagunça, desespero, esperança, compreensão e tudo que passamos juntos durante esta etapa que está se findando.

VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA DA INCORPORAÇÃO DO BALANÇO ELETROLÍTICO NA FORMULAÇÃO DE RAÇÕES PARA POEDEIRAS EM SEGUNDO CICLO DE PRODUÇÃO

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a viabilidade técnica e econômica da utilização de diferentes formas de cálculo e valores de balanço eletrolítico na formulação de rações para poedeiras comerciais no segundo ciclo de produção. Foram utilizadas 216 poedeiras comerciais leves, da linhagem Lohmann, em segundo ciclo de produção, distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial ($2 \times 4 + 1$) com parcela subdividida no tempo. Duas fórmulas de cálculo do Balanço Eletrolítico ($\text{Mongin} = [\text{Na}^+ + \text{K}^+] - [\text{Cl}^-]$ e $\text{Ender} = [\text{Na}^+ + \text{K}^+] - [\text{Cl}^- + \text{S}^{2-}]$) e quatro valores de Balanço Eletrolítico (170, 220, 270 e 320 mEq.kg^{-1}) e uma dieta testemunha (sem fórmula ou valor para balanço eletrolítico) perfazendo um total de nove tratamentos com quatro repetições de seis aves cada, dividido em quatro ciclos, sendo que cada ciclo foi composto por 28 dias. Foram analisados parâmetros de desempenho das aves, qualidade dos ovos e qualidade dos ovos na vida de prateleira. As diferenças entre os tratamentos compostos pelas fórmulas e balanços eletrolíticos e o testemunha foram pouco consistentes sobre o desempenho ou qualidade dos ovos quando comparada a uma ração formulada sem esse conceito, porém a combinação da fórmula de Ender e do balanço eletrolítico de 270 mEq.kg^{-1} determinou maior retorno econômico. Na fórmula de Mongin o balanço eletrolítico determinou um comportamento quadrático para consumo de ração, massa de ovos, unidade Haugh de ovos frescos e estocados, indicando melhores resultados na faixa de 241,84 mEq.kg^{-1} , porém o BE 170 mEq.kg^{-1} favoreceu a qualidade de ovos frescos ou armazenados. Para fórmula de Ender, o aumento no balanço eletrolítico determinou diminuição linear no consumo de ração, produção e massa do ovo e aumento linear na unidade Haugh de ovos frescos e armazenados. No balanço eletrolítico de 270 mEq.kg^{-1} o uso da fórmula de Ender se mostrou eficiente, conferindo melhor conversão alimentar e maior gravidade específica, além de proporcionar um maior retorno econômico. O aumento nos níveis de balanço eletrolítico promoveu maior excreção de água e potássio.

Palavras-chave: Desempenho. Equilíbrio eletrolítico. Estresse calórico. Qualidade de ovos

TECHNICAL AND ECONOMIC VIABILITY OF ELECTROLYTE BALANCE INCORPORATION IN FORMULA FEED FOR LAYING HENS IN SECOND PRODUCTION CYCLE

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the technical and economic viability of using different forms of calculation and electrolyte balance in feed formulation for laying hens in the second production cycle. They were used 216 light commercial layers, Lohmann, second production cycle, distributed in a completely randomized design in a factorial scheme ($2 \times 4 + 1$) with split-plot in time. Two calculation formulas of Electrolyte Balance (Mongin = $[\text{Na}^+ + \text{K}^+] - [\text{Cl}]$ and Ender = $[\text{Na}^+ + \text{K}^+] - [\text{Cl} + \text{S}^{2-}]$) and four Electrolyte balance values (170, 220, 270 and 320 mEq.kg⁻¹) and a control diet (no formula or value for electrolyte balance) for a total of nine treatments with four replicates of six birds each, divided into four cycles, each cycle consisted of 28 days. Performance parameters were analyzed for hens, egg quality and egg quality in shelf life. The differences between the treatments comprise the formulas and electrolyte balance and the witness were inconsistent about the performance or quality of the egg compared to a formulated diet without this concept, but the combination of Ender's formula and electrolyte balance 270 mEq.kg⁻¹ determined a higher economic return. In Mongin's formula the electrolyte balance determined a quadratic behavior for feed intake, egg mass, Haugh unit of fresh and stored eggs, indicating better results in the range of 241.84 mEq.kg⁻¹, but electrolyte balance 170 mEq.kg⁻¹ promoted the quality of fresh or stored eggs. To Ender's formula, the increase in electrolyte balance determined linear decrease in feed intake, production and mass of the egg and linear increase in the Haugh unit of fresh and stored eggs. In the electrolyte balance of 270 mEq.kg⁻¹ the use of Ender's formula proved to be efficient, providing better feed conversion ratio and higher specific gravity, in addition to providing greater economic return. The increase in electrolyte balance levels promoted increased excretion of water and potassium.

Keywords: Electrolyte balance. Heat stress. Performance. Quality of eggs

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1- Composição percentual e nutricional da dieta do tratamento testemunha.	26
Tabela 2- Composição percentual e nutricional das rações experimentais diferindo entre o balanço eletrolítico (170, 220, 270 e 320 mEq.kg ⁻¹) e fórmula de BE (Mongin e Ender)	26
Tabela 3- Custo (R\$.kg ⁻¹) dos ingredientes utilizados para formulação das rações .	29
Tabela 4- Resumo da análise de variância para o desempenho das aves	34
Tabela 5- Comparação dos tratamentos com a dieta testemunha para os parâmetros de desempenho das aves	35
Tabela 6- Médias, significância e regressão linear e quadrática para o desdobramento das interações entre fórmula e balanço eletrolítico para variáveis de desempenho.....	36
Tabela 7- Resumo da análise de variância para qualidade dos ovos	40
Tabela 8- Médias, significância e regressão linear e quadrática para o desdobramento das interações entre fórmula e balanço eletrolítico para variáveis de qualidade dos ovos.....	40
Tabela 9- Resumo da análise de variância para qualidade dos ovos na vida de prateleira	42
Tabela 10- Médias dos dias de estocagem para os parâmetros de qualidade dos ovos na vida de prateleira	43
Tabela 11- Médias, significância e regressão linear e quadrática para o desdobramento das interações entre fórmula e balanço eletrolítico para variáveis de qualidade dos ovos na vida de prateleira	43
Tabela 12- Resumo da análise de variância para a caracterização das excretas	45
Tabela 13- Comparação dos tratamentos com a dieta testemunha para os parâmetros de caracterização das excretas.....	45
Tabela 14- Médias, significância e regressão linear e quadrática para o desdobramento das interações entre fórmula e balanço eletrolítico para variáveis de caracterização das excretas.....	46

Tabela 15- Resumo da análise de variância para a análise econômica	49
Tabela 16- Comparação dos tratamentos com a dieta testemunha para os parâmetros da análise econômica.....	49
Tabela 17- Médias, significância e regressão linear e quadrática para o desdobramento das interações entre fórmula e balanço eletrolítico para variáveis da análise econômica.....	50

LISTA DE GRÁFICOS

	Página
Gráfico 1- Valores de temperatura do ar registrados no galpão experimental	32
Gráfico 2- Valores de umidade relativa do ar registrados no galpão experimental ..	33
Gráfico 3- Índice de Temperatura e Umidade (ITU)	33
Gráfico 4- Comportamento do consumo de ração (CR) de poedeiras alimentadas com rações elaboradas através de diferentes fórmulas e níveis de balanço eletrolítico	37
Gráfico 5- Comportamento da Produção de ovos (PR) de poedeiras alimentadas com rações elaboradas através de diferentes fórmulas e níveis de balanço eletrolítico	38
Gráfico 6- Comportamento da Massa de ovos (MO) de poedeiras alimentadas com rações elaboradas através de diferentes fórmulas e níveis de balanço eletrolítico	38
Gráfico 7- Comportamento da Unidade Haugh (UH) dos ovos de poedeiras alimentadas com rações elaboradas através de diferentes fórmulas e níveis de balanço eletrolítico	41
Gráfico 8- Comportamento da Unidade Haugh (UH) dos ovos armazenados, provenientes de poedeiras alimentadas com rações elaboradas através de diferentes fórmulas e níveis de balanço eletrolítico	44
Gráfico 9- Comportamento da Umidade das excretas (UM) de poedeiras alimentadas com rações elaboradas através de diferentes fórmulas e níveis de balanço eletrolítico	47
Gráfico 10- Comportamento do teor de sódio das excretas (Na) de poedeiras alimentadas com rações elaboradas através de diferentes fórmulas e níveis de balanço eletrolítico	48
Gráfico 11- Comportamento do teor de potássio das excretas (K) de poedeiras alimentadas com rações elaboradas através de diferentes fórmulas e níveis de balanço eletrolítico	48

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1- Ave em situação de estresse térmico.....	34

SUMÁRIO

	Página
1 INTRODUÇÃO	12
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	14
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	23
3.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	23
3.2 INSTALAÇÕES, AVES E MANEJO	23
3.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	24
3.4 RAÇÕES EXPERIMENTAIS.....	25
3.5 PARÂMETROS AVALIADOS	26
3.5.1 Desempenho das aves	26
3.5.2 Qualidade dos ovos.....	27
3.5.3 Qualidade dos ovos na vida de prateleira	28
3.5.4 Caracterização das excretas.....	28
3.5.5 Análise econômica	29
3.5.6 Análises estatísticas dos dados coletados	30
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
4.1 VARIÁVEIS CLIMÁTICAS	32
4.2 DESEMPENHO DAS AVES	34
4.3 QUALIDADE DOS OVOS	39
4.4 QUALIDADE DOS OVOS NA VIDA DE PRATELEIRA	42
4.5 CARACTERIZAÇÃO DAS EXCRETAS	44
4.6 ANÁLISE ECONÔMICA.....	48
5 CONCLUSÕES	51
REFERÊNCIAS.....	52

1 INTRODUÇÃO

Após consolidar-se como maior exportador de carne de frango, o Brasil tem trabalhado cada vez mais para alcançar um lugar de destaque no setor de avicultura de postura. Em 2014 a produção nacional totalizou 37,24 bilhões de ovos, sendo o consumo per capita no mesmo ano de 182 ovos/habitante, superando em 8% o ano anterior. As exportações de ovos somaram 12,21 mil toneladas, totalizando US\$ 21,23 milhões (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL – ABPA, 2015).

O ovo é considerado um dos alimentos mais completos na nutrição humana, possuindo em sua composição aminoácidos essenciais em proporções adequadas sendo classificado como uma fonte de proteína com alto valor biológico.

Um grande desafio da avicultura de postura é reduzir a perda na qualidade da casca do ovo, um problema econômico grave, pois sendo a casca a embalagem natural do ovo, o comprometimento da mesma gera, além da impossibilidade de comercialização *in natura*, perda no valor nutritivo e redução no tempo de estocagem. A diminuição na qualidade da casca ocorre devido ao conjunto de fatores como: genética, fase do ciclo de produção, problemas de saúde no plantel, práticas inadequadas de manejo, adequação nutricional e condições ambientais.

Segundo Summers e Leeson (1983), as taxas de produção de ovos decrescem a medida que o peso do ovo aumenta e a ave atinge uma idade avançada. Uma estratégia para melhorar os índices produtivos e a qualidade do ovo sem que se faça a reposição do plantel é a realização de um manejo de muda induzida, permitindo que as aves possam apresentar um segundo ciclo de produção com mais rapidez (SCHERER et al., 2009).

O desempenho das aves também é vigorosamente afetado pelas variações climáticas, principalmente em regiões onde o verão é marcado por elevadas temperaturas e umidade relativa. A zona de termoneutralidade, faixa de temperatura ambiente onde a taxa metabólica é mínima, constante e independente da temperatura, estabelecida para poedeiras adultas apresenta valores de temperatura entre 20 e 24°C e 35 e 45% de umidade relativa (MUTAF; KAHRAMAN; FIRAT, 2008).

Quando submetidas a altas temperaturas e umidade relativa, as poedeiras alteram alguns de seus mecanismos fisiológicos, aumentam o consumo de água e frequência respiratória, na tentativa de normalizar a temperatura corporal (MACARI; FURLAN; GONZALES, 1994; BORGES; MAIORKA; SILVA, 2003). Com o aumento na frequência respiratória ocorre um desequilíbrio no pH sanguíneo desencadeando alcalose respiratória, distúrbio metabólico que interfere nos índices produtivos das aves, podendo levá-las a morte (BORGES, 2001; BORGES; MAIORKA; SILVA, 2003). Uma técnica que vem sendo cada vez mais utilizada no combate dos efeitos do desequilíbrio ácido-básico em poedeiras é a incorporação do conceito de equilíbrio eletrolítico na formulação de rações. Para aplicação nas formulações de rações de diversas espécies, 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 os eletrólitos, (HAYDON; WEST, 1990; ROSS; SPEARS; GARLICH, 1994; WILDMAN; WEST; BERNARD, 2007).

Deste modo, numerosas equações foram propostas para calcular a diferença cátion-aniônica em dietas animais. Mongin (1968) foi o primeiro a propor o uso de um balanço parcial de cátions-ânions na dieta, expresso em 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. Gezen, Eren e Deniz (2005), trabalhando com poedeiras, definiram que um balanço de 256 mEq.kg^{-1} melhorou significativamente a qualidade da casca dos ovos. Ender, Dishington e Helgebostad (1971), trabalhando com a formulação de dietas para bovinos leiteiros, propôs o acréscimo do íon enxofre na fórmula de Mongin [$\text{Na}^+ + \text{K}^+ - (\text{Cl}^- + \text{S}^{2-})$].

Neste contexto o presente estudo teve como objetivo avaliar a viabilidade técnica e econômica da utilização de diferentes formas de cálculo e valores de balanço eletrolítico na formulação de rações para poedeiras comerciais no segundo ciclo de produção.

2 REVISÃO DE LITERATURA

A casca do ovo é considerada sua embalagem natural e exerce a importante função na conservação de seus componentes nutritivos, influencia no tempo de prateleira e comercialização do produto *in natura* (ROZENBOIM et al., 2007). Na tentativa de manter ao máximo a integridade da casca, problemas como a fase do ciclo de produção, condições ambientais, níveis nutricionais, entre outros, vem sendo constantemente avaliados.

Independente da poedeira se encontrar em primeiro ou segundo ciclo de produção, a absorção do cálcio 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 pelo desequilíbrio eletrolítico decorrente de alterações na homeostase ácido-básico (MONGIN, 1981), resultando em ovos pequenos e de casca fina. Isso ocorre, porque a concentração de cálcio no sangue é afetada, sendo que este pode ser encontrado nas seguintes formas: cálcio ligado à proteína, cálcio complexado com ácidos orgânicos e cálcio na forma livre ou ionizada, sendo o último, a forma utilizada pelas aves para a formação da casca do ovo (MACARI; FURLAN e MAIORKA, 2004).

Com o avanço da idade das aves a qualidade e composição do ovo é alterada, decorrente do aumento da proporção de gema, enquanto as proporções de albúmen e espessura da casca diminuem, juntamente com a redução na taxa de postura (SUMMERS; LEESON, 1983). Uma técnica que pode ser adotada é a realização de um manejo de muda induzida, permitindo que as aves apresentem um segundo ciclo de produção (SCHERER et al., 2009).

Em condições normais, a muda de penas em aves de postura pode levar até quatro meses para se concretizar. Com o objetivo de diminuir o tempo deste processo, desenvolveu-se o manejo de muda forçada. Esta técnica proporciona um período de repouso para o sistema reprodutivo da ave seguido de regeneração e aumento da capacidade produtiva e vida útil da poedeira (SCHERER et al., 2009). Dentre as alternativas para realização da muda, destacam-se os processos quantitativos e qualitativos. O processo de muda quantitativa submete as aves a um jejum alimentar por um período de aproximadamente 10 dias, resultando na

cessação da produção de ovos, involução do aparelho reprodutivo e troca de penas (BRAKE, 1993). Entretanto a utilização desta técnica está sendo cada vez mais questionada quanto ao bem estar das aves (WEBSTER, 2003). No processo de muda qualitativa, a ave não é submetida a jejum, ocorrendo apenas a diluição nutricional da dieta através da inclusão de fibras insolúveis (DONALSON et al., 2005; SGAVIOLI et al., 2013) ou inclusão moderada de zinco determinando estresse nas aves (ALBUQUERQUE et al., 1999), entre outros, também causando supressão no sistema reprodutivo das aves, resultando em um processo de muda eficaz. Apesar desta prática ser bastante empregada, faltam dados referentes aos níveis nutricionais adequados para o segundo ciclo de produção (RODRIGUES et al., 2005), sendo a utilização das recomendações para o final do primeiro ciclo produtivo o mais empregado.

A elevação da temperatura ambiente, 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; DIAZ; SUMMERS, 1995).

Quando expostas ao estresse térmico, as aves alteram os processos fisiológicos responsáveis pelo controle de temperatura corporal, compensando assim, sua ineficiente capacidade de dissipar calor. Para isso, a ave aumenta a sua área superficial permanecendo com as asas abertas, afastadas do corpo e desviando o fluxo sanguíneo para os tecidos periféricos (BOTTJE; HARRISON, 1985).

A ave também pode trocar calor através da perda de água provocada pelo aumento de sua frequência respiratória, o que é considerado seu principal mecanismo de dissipação de calor (TEETER; SMITH, 1985). A umidade do ar também é um fator crítico a ser considerado, pois, somado a altas temperaturas torna-se mais prejudicial do que somente temperaturas elevadas (LEESON; SUMERS, 1997).

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 dióxido de carbono, 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 (BOTTJE; HARRISON, 1985; TEETER; SMITH, 1985; BORGES, 2001; BORGES; MAIORKA; SILVA, 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; FURLAN; MAIORKA, 2004).

A preocupação com a alimentação das aves e a ação de seus ingredientes sobre a manutenção do pH sanguíneo é um princípio que vem sendo estudado há mais de 60 anos, tanto com relação às mudanças fisiológicas que ocorrem nas aves como às modificações dos parâmetros zootécnicos. Como método para favorecer o balanço cátion-aniônico do sangue, Mongin (1968) propôs o uso de um balanço parcial de sódio mais potássio menos cloro ($Na^+ + K^+ - Cl^-$), expresso em miliequivalentes (mEq). 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, Na, K 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).

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 $[Na^+] + [K^+] - [Cl^-]$ (MONGIN, 1981), sendo expresso em $mEq.kg^{-1}$ da dieta.

Normalmente as rações para aves apresentam uma diferença ácido-básico entre 160 e 200, valor expresso em miliequivalentes. kg^{-1} de peso ($mEq.kg^{-1}$), 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 do ovo e baixa o pH sanguíneo, enquanto alta concentração de cátions (alto mEq) está associada à melhora da qualidade da casca do ovo e ao alto pH no sangue (NOBAKHT et al., 2006 e NOBAKHT et al., 2007)

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), a sanidade, a expressão do potencial genético dos animais (THORP; DUCRO; WHITEHEAD, 1993), bem como sua interferência no metabolismo dos aminoácidos (HARA et al., 1987), de minerais (LUTZ, 1984) e das vitaminas (THORP; DUCRO; WHITEHEAD, 1993), o que demonstra a necessidade de um maior entendimento dessas interações (PESTI et al., 1999; 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; HURWITZ; BAR, 1972; NOBAKHT et al., 2006). Isso evidencia a importância de uma ração apresentar um balanço eletrolítico favorável, além da definição dos valores mais apropriados segundo a fase de criação (BORGATTI et al., 2004).

Os elementos sódio, potássio e cloro são comumente utilizados para calcular o balanço eletrolítico, devido 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). Existem conflitos a respeito do cálculo do balanço eletrolítico (BORGES; MAIORKA; SILVA, 2003) e no intuito de controlar os níveis ácido/base nas dietas de aves, experimentos utilizam a prática de adição de cátions e ânions juntos, na forma de sais, sem considerar a contribuição de íons não incorporados à fórmula proposta por Mogin (1981), como por exemplo, o enxofre (S^{2-}) proveniente do sulfato de sódio (Na_2SO_4) (FARIA et al., 2000) e sulfato de potássio (K_2SO_4) (MURAKAMI et al., 2001).

A importância de se calcular o enxofre decorre de sua capacidade de acidificar os fluidos onde ele se encontra (BLOCK, 1984). Uma vez que a deficiência de enxofre está associada principalmente a uma deficiência dos aminoácidos que contêm enxofre, como metionina e cisteína, a suplementação dietética para aves não se faz necessária. Quando adicionado em excesso nas rações, o enxofre pode reduzir a ingestão de alimentos, reduzir os parâmetros de desempenho, interferir na absorção de outros elementos e, a toxicidade aguda, pode provocar alterações neurológicas e hemorragias petequiais nos rins (DUKES, 2006).

O pH sanguíneo é intimamente determinado pelo número de cargas de cátions e ânions absorvidos pelo sangue, se mais ânions do que cátions entram na circulação sanguínea pelo trato digestivo o pH do sangue irá diminuir (BLOCK, 2011). Sanchez e Beede (1991) determinaram o termo diferença cátion-aniônica da dieta para representar precisamente o cálculo matemático usado para evitar uma conotação errônea de que os cátions minerais são precisamente balanceados com ânions minerais na dieta. Deste modo, numerosas equações foram propostas para calcular a diferença cátion-aniônica em dietas de bovinos leiteiros, sendo a primeira publicação apresentada por Ender, Dishington e Helgebostad (1971) que propuseram a seguinte fórmula, descrita na Equação 1.

(1)

$$BE (mEq.kg^{-1}) = (mEqNa^{+} + mEqK^{+}) - (mEqCl^{-} + mEqS^{2-})$$

Goff, Ruiz e Horst (2004) propuseram uma fórmula que desconta o efeito acidificante do S em 40% quando comparada a fórmula original. Pesquisas recentes demonstram que ambas as fórmulas demonstram respostas animais semelhantes. A diferença cátion-aniônica é muito utilizada na bovinocultura de leite, principalmente para prevenir a febre do leite, pois dietas que possuem excesso de ânions podem preveni-la, enquanto que dietas com excesso de cátions predis põem as vacas à febre do leite (ENDER; DISHINGTON, 1970).

Apesar de considerar um número maior de cargas em seu cálculo, as fórmulas para balanço eletrolítico contendo o enxofre, não são utilizadas em trabalhos para aves, e a maioria dos resultados em literatura de balanço eletrolítico (BE) é expressa segundo metodologia desenvolvida por Mongin (1981).

Elementos como enxofre, fósforo, magnésio e cálcio possuem diferente capacidade de acidificar, neutralizar ou alcalinizar os fluídos corporais. O enxofre quando presente possui a capacidade de acidificar os fluidos; o fósforo empregado nas formulações possui a capacidade de manter o equilíbrio ácido-básico no organismo, enquanto o magnésio e o cálcio, que são macroelementos alcalinizantes, modificam o pH dos líquidos corporais (DIBARTOLA, 1992).

Segundo Borges (2006) alguns argumentos para não utilização da fórmula estendida de Mongin se baseiam no fato que cátions bivalentes não são rapidamente absorvidos como os cátions monovalentes; o magnésio (Mg^{2+}) é “contaminante” nas rações; o fosfato é difícil de ser quantificado, devido ser oriundo de várias fontes; a taxa de absorção do cálcio é controlada pelo sistema endócrino; e o sulfato está presente em pequenas quantidades, estando relacionado com a prevenção do catabolismo da metionina. Outro argumento é que alguns destes íons não são considerados devido à sua importância secundária no equilíbrio ácido-básico, pois, é o potencial eletrolítico do elemento que pode classificá-lo em termos de importância no equilíbrio acidobásico do organismo (BORGES, 2006). Como salientado por Araújo et al. (2011), o K^{+} , Na^{+} e Cl^{-} têm maior potencial eletrolítico que

Mg^{2+} , S^{2-} , P^{3+} e Ca^{2+} , sendo que o potencial eletrolítico destes é maior que Fe^{2+} , Mn^{2+} , Zn^{2+} , Cu^{2+} , Se^{2-} , Mo^{2+} , Co^{2+} e I^- .

A preocupação dos nutricionistas é estabelecer o equilíbrio da dieta para fornecimento de cátions e ânions (LEESON, 2006), uma vez que a manipulação dos eletrólitos da dieta é simples, prática e econômica, e que as exigências para sódio, potássio, cloro e enxofre já estão claramente definidas (NRC, 1984; ROSTAGNO et al., 2011). Segundo Leeson, (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; MENOCA; GONZÁLEZ, 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 excesso de cloro, pode-se substituir o cloreto de sódio 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 (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 equilíbrio eletrolítico

(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.

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 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. Por outro lado, em estudo mais recente, Oliveira et al. (2012) determinaram que para poedeiras em segundo ciclo de produção o balanço eletrolítico mais satisfatório foi de 173 mEq.kg⁻¹, isso para uma dieta com 13,5% de PB e 0,677% de K. Esses resultados confirmaram o valor de 174 mEq.kg⁻¹ relatados por Murakami et al. (2003), também para poedeiras em segundo ciclo de produção.

Nos quatro estudos destacados anteriormente, a fórmula para cálculo do balanço eletrolítico foi de acordo com Mongin (1981), não existindo para poedeiras dados obtidos com a utilização de fórmulas que contemplam outros cátions além de Na e K ou outros íons além do Cl.

Apesar do conceito de equilíbrio eletrolítico ter sido proposto há vários anos (MONGIN, 1968; ENDER; DISHINGTON; HELGEBOSTAD, 1971) sua utilização é restrita, 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 o equilíbrio eletrolítico de uma dieta (GARCIA NETO, 2008). O uso de um programa de formulação de rações de uso livre, o PPFR (Programa prático de formulação de rações), que utiliza programação não linear, permite o balanceamento das rações considerando, além das recomendações nutricionais dos nutrientes, o equilíbrio eletrolítico e diferentes relações entre cátions e ânions.

Em estudo recente, Aldrigui (2014), avaliando diferentes manipulações de eletrólitos (balanços e relações eletrolíticas) na dieta de poedeiras em início de produção, utilizando para isso programação não linear na formulação das rações, não encontrou diferenças em termos de desempenho ou qualidade dos ovos entre os balanços avaliados (140, 210 e 280 mEq.kg⁻¹), porém encontrou evidências que um balanço de 280 mEq.kg⁻¹ e relação eletrolítica de 2:1 pode determinar uma menor excreção de nitrogênio, enquanto o balanço de 140 mEq.kg⁻¹ e relação eletrolítica de 4:1 determinou maior excreção de cálcio. Esses resultados são importante pelo fato de indicarem que a manipulação de eletrólitos na dieta pode ser benéfica ao permitir uma menor excreção de nitrogênio e evitar uma maior excreção de cálcio para o ambiente.

Embora na atualidade o fato de contribuir para diminuição do poder impactante das dejeções animais não interfira no custo final do produto, cada vez mais os nutricionistas terão que usar estratégias para diminuir a excreção de nitrogênio e minerais no ambiente.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

O experimento foi conduzido entre os meses de setembro de 2014 a janeiro de 2015, no Setor de Avicultura da Faculdade de Engenharia da UNESP, Câmpus de Ilha Solteira e está de acordo com as normas estabelecidas pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da mesma faculdade, certificado através do processo de número 008/2012/CEUA.

3.2 INSTALAÇÕES, AVES E MANEJO

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

Foram utilizadas poedeiras comerciais leves, da linhagem Lohmann, em segundo ciclo de produção com 114 semanas de idade. O processo de muda pelo qual estas aves foram submetidas foi o qualitativo, através diluição nutricional da dieta com a inclusão de feno de alfafa moída.

Inicialmente as aves foram selecionadas de acordo com o peso corporal e taxa de produção de ovos para uniformização do lote de forma que cada unidade experimental (conjunto de seis aves) obteve o peso médio de 1.560 ± 54 gramas e produção média de $89,66 \pm 4,86\%$.

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⁻¹, segundo o manual da linhagem (LOHMANN DO BRASIL, 2011). Os formulários para coleta de dados referentes ao número de ovos produzidos e à mortalidade foram preenchidos diariamente.

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

Os valores obtidos de temperatura média do ar (TA) e umidade relativa média do ar (UR) posteriormente foram utilizados para determinar o Índice de Temperatura e Umidade (ITU) proposto por Bunffington et al., (1997). Para interpretação do ITU (Equação 2), foi determinado que valores acima de 72 indicam que a ave está em condições de estresse térmico (MORAES; OLIVEIRA, 2007).

(2)

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

3.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Duzentas e dezesseis poedeiras comerciais leves em segundo ciclo produtivo, foram distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial (2 x 4 + 1) com parcela subdividida no tempo. Duas fórmulas de cálculo do Balanço Eletrolítico ($[Na^+] + [K^+] - [Cl^-]$ e $[Na^+ + K^+] - [Cl^- + S^{2-}]$) e quatro valores de Balanço Eletrolítico (170, 220, 270 e 320 mEq.kg⁻¹) e uma dieta testemunha (sem fórmula ou valor para balanço eletrolítico) perfazendo um total de nove tratamentos com quatro repetições de seis aves cada, dividido em quatro ciclos, sendo que cada ciclo foi composto por 28 dias.

Os BE foram calculados a partir das fórmulas descritas por Mongin (1968) e Ender, Dishington e Helgebostad (1971), respectivamente, como descrito nas Equações 3 e 4.

(3)

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

(4)

$$BE\text{-Ender (mEq.kg}^{-1}) = mEqNa^+ + mEqK^+ - (mEqCl^- + mEqS^{2-})$$

Utilizando-se o valor calculado em porcentagem dos eletrólitos foram aplicadas as fórmulas apresentadas nas Equação 5 e 6.

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

$$BE_{\text{Ender}} = \frac{(\%Na^+).(10.000)}{22,99^*} + \frac{(\%K^+).(10.000)}{39,102^*} - \left(\frac{(\%Cl^-).(10.000)}{35,453^*} + \frac{(\%S^{2-}).(20.000)}{32,065^*} \right) \quad (6)$$

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

3.4 RAÇÕES EXPERIMENTAIS

As rações experimentais foram formuladas à base de milho, farelo de soja, óleo, suplemento vitamínico, suplemento mineral, calcário calcítico, fosfato bicálcico e cloreto de sódio, sendo que os sais bicarbonato de sódio ($NaHCO_3$) e carbonato de potássio (K_2CO_3) foram ajustados conforme as necessidades para atendimento dos diferentes níveis de BE. A dieta testemunha foi formulada para atender os níveis práticos de poedeiras em segundo ciclo produtivo, sem a utilização de conceito de equilíbrio eletrolítico, entretanto o BE da ração testemunha foi quantificado após a formulação. As demais rações experimentais foram formuladas a partir da substituição do inerte pelos sais ($NaHCO_3$ e K_2CO_3) na dieta testemunha.

Para formulação das rações os níveis de proteína bruta, cálcio, fósforo, sódio, cloro, potássio e enxofre foram determinados nos ingredientes por meio de análises prévias. As rações foram isonutritivas, variando, entretanto, os níveis de sódio e potássio para obtenção dos diferentes BE em cada fórmula proposta.

As rações foram formuladas utilizando-se o Programa Prático de Formulação de Rações, PPFR – Poedeiras (GARCIA NETO, 2008), software livre que utiliza programação não - linear encontrado no endereço eletrônico: <https://sites.google.com/site/ppfrparaexcel2007ousuperior/home>. A composição percentual e nutricional da dieta testemunha e de cada ração experimental são apresentadas nas Tabelas 1 e 2 respectivamente.

Tabela 1- Composição percentual e nutricional da dieta do tratamento testemunha.

Ingredientes	(%)	Composição calculada	
Milho (7,88%)	59,28	Energ. Met. Aves (kcal.kg-1)	2790
Farelo de Soja (45%)	22,30	Proteína Bruta (%)	14,83
Óleo de Soja	2,79	Cálcio (%)	4,50
Fosfato Bicálcico	1,43	Fósforo Disponível (%)	0,35
Calcário Calcítico	10,82	Potássio (%)	0,58
Cloreto de sódio	0,49	Sódio (%)	0,21
Polimix PR – 101*	0,12	Cloro (%)	0,34
DL-Metionina	0,13	Enxofre (%)	0,20
Inerte**	2,64	Ácido Linoléico (%)	2,80
Bicarbonato de sódio**	-	Lisina Dig. (%)	0,69
Carbonato de potássio**	-	Metionina Dig. (%)	0,34
Total	100,00	Metionina + Cistina Dig. (%)	0,55

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

** Porção variável - dentro de cada dieta (Fórmula X nível de BE) a substituição do inerte por NaHCO₃ e K₂CO₃ foi realizado de acordo com os valores de percentagem apresentados na Tabela 3

Tabela 2- Composição percentual e nutricional das rações experimentais diferindo entre o balanço eletrolítico (170, 220, 270 e 320 mEq.kg-1) e fórmula de BE (Mongin e Ender)

Fórmula	Testemunha	MONGIN				ENDER			
Balanço		170	220	270	320	170	220	270	320
Porção variável dentro de cada Fórmula e nível de BE									
Inerte	2,64	2,40	1,96	1,53	1,09	1,30	0,86	0,42	0,00
NaHCO ₃	-	0,19	0,40	0,71	0,95	0,75	0,98	1,22	1,60
K ₂ CO ₃	-	0,05	0,28	0,40	0,60	0,59	0,80	1,00	1,04
Variação de composição calculada dentro de cada Fórmula e nível de BE									
Potássio (%)	0,58	0,60	0,70	0,75	0,83	0,83	0,92	1,00	1,02
Sódio (%)	0,21	0,26	0,32	0,40	0,47	0,41	0,48	0,54	0,65
BE _{Mongin}	144	170	220	270	320	-	-	-	-
BE _{Ender}	19	-	-	-	-	170	220	270	320
Custo das rações									
R\$.kg ⁻¹ de ração	0,743	0,749	0,769	0,782	0,800	0,797	0,816	0,834	0,842

Fonte: Próprio autor

3.5 PARÂMETROS AVALIADOS

3.5.1 Desempenho das aves

Ao final de cada período de 28 dias o desempenho das aves foi avaliado através dos dados de consumo de ração (g.ave⁻¹.dia⁻¹), produção de ovos (%), peso

médio dos ovos (g), massa de ovos (g), conversão alimentar (kg de ração.kg de ovo⁻¹).

O consumo de ração (g.ave⁻¹.dia⁻¹), foi determinado pela diferença entre as quantidades de ração fornecidas para cada parcela e a sobra ao final de cada ciclo (28 dias). No caso de aves mortas durante o período, o consumo médio foi corrigido, obtendo-se o consumo médio verdadeiro para unidade experimental em questão. Essa quantidade determinou o consumo de ração por ave.dia⁻¹ 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 ovos produzidos.

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

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), gravidade específica (g.cm⁻³), Unidade Haugh e pH do albúmen. A gravidade específica (g.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 g.cm⁻³ com gradiente de 0,005 entre as medidas.

Os ovos foram quebrados em mesa de vidro apropriada e após a leitura da altura do albúmen, o albúmen foi separado em um béquer para a leitura do pH. A

unidade Haugh (UH) foi calculada (Equação 7) 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.

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

Onde:

H = altura do albúmen (mm);

W = peso do ovo (g).

A análise de pH foi realizada com a utilização de peagômetro digital (Analion pm 608), com a introdução direta do eletrodo nas amostras.

3.5.3 Qualidade dos ovos na vida de prateleira

As análises de qualidade de ovos na vida de prateleira iniciaram no último ciclo do período experimental, por meio da coleta de 60 ovos por tratamento. Deste total por tratamento, um lote constituído de 12 ovos foi utilizado como controle e avaliado duas horas após a coleta. Os 48 ovos restantes foram identificados, colocados em bandejas de papelão e armazenados no laboratório em condições de temperatura ambiente. Aos, sete, 14, 21 e 28 dias, foram avaliados os parâmetros de gravidade específica (g.cm^{-3}), Unidade Haugh e pH do albúmen.

3.5.4 Caracterização das excretas

Ao final do experimento foi realizado a coleta de amostras das excretas com a finalidade de caracterizar as mesmas, determinando os teores de umidade, sódio e potássio (%). Foi mantido o mesmo delineamento experimental de desempenho e qualidade dos ovos.

A coleta das amostras de excretas foram realizadas com o 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 foram ensacadas, homogeneizadas, congeladas e enviadas ao laboratório para análises.

As análises laboratoriais foram realizadas no laboratório de nutrição de plantas da Faculdade de Engenharia da UNESP, Câmpus de Ilha Solteira. A metodologia aplicada para determinação da umidade foi a descrita por Silva e Queiroz (2002) e a determinação do potássio e sódio foi segundo a metodologia descrita por Malavolta, Vitti e Oliveira (1997).

3.5.5 Análise econômica

A análise econômica foi realizada considerando o desempenho médio das aves durante todo o período experimental. 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 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.

Os custos adotados para os ingredientes utilizados na formulação das rações experimentais foram cotados no mês de dezembro de 2015 na região de Bastos – SP e estão relacionados na Tabela 3. O preço estimado para o quilograma de ovos brancos do tipo grande no mesmo período e região foi de R\$ 3,04.

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

Ingredientes	R\$.kg⁻¹	Ingredientes	R\$.kg⁻¹
Milho grão	0,49	Polimix PR – 101	10,90
Soja Farelo (45%)	1,33	Metionina DL	14,80
Óleo de Soja	2,80	Inerte	0,05
Fosfato Bicálcico	1,87	Bicarbonato de sódio	1,25
Calcário Calcítico	0,14	Carbonato de potássio	7,68
Cloreto de sódio	0,35	-	-

Fonte: Próprio autor

A análise da viabilidade econômica foi realizada através da adaptação do Índice *Economic Feed Efficiency* (EFE) proposto por Houndonougbo, Chwalibog e Chrysostome, (2009). Este índice abrange a receita obtida com a produção dos ovos e a despesa com as rações. Desta forma, quanto maior os valores do índice EFE,

melhor a relação custo-benefício da produção. Para poedeiras o índice foi calculado pela fórmula apresentada na Equação 8.

(8)

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

3.5.6 Análises estatísticas dos dados coletados

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância através do programa computacional SAS 9.4 (STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM, 2012). Para os dados de desempenho das aves, qualidade dos ovos e qualidade dos ovos na vida de prateleira foi adotado o modelo matemático descrito na Equação 9.

(9)

$$y_{ijkl} = \mu + F_i + B_k + F_i B_k + e_{ijk} + C_l + e_{ijkl}$$

Onde:

y_{ijkl} : é o valor observado na parcela experimental que recebeu o nível i do fator fórmula, o nível k do fator balanço e o nível l do fator ciclo ou dias na repetição j ;

μ : é a média geral do experimento;

F_i : é o efeito do nível i do fator fórmula (i = Mongin e Ender);

B_k : é o efeito do nível k do fator balanço (k = 170, 220, 270 e 320 mEq.kg);

$F_i B_k$: é o efeito da interação entre o nível i do fator fórmula e o nível k do fator balanço;

e_{ijk} : é o efeito do erro experimental associado a parcela que recebeu o nível i do fator fórmula e o nível k do fator balanço na repetição j ;

C_l : é o efeito do nível l do fator ciclo (l = 1, 2, 3 e 4) ou dias (l = 7, 14, 21 e 28);

e_{ijkl} : é o efeito do erro experimental associado a parcela que recebeu o nível i do fator fórmula, o nível k do fator balanço e o nível l do fator ciclo ou dias na repetição j .

Para os dados de caracterização das excretas e análise econômica foi adotado o modelo matemático descrito na Equação 10.

(10)

$$y_{ijk} = \mu + F_i + B_k + F_i B_k + e_{ijk}$$

Onde:

y_{ijk} : é o valor observado na parcela experimental que recebeu o nível i do fator fórmula e o nível k do fator balanço na repetição j ;

μ : é a média geral do experimento;

F_i : é o efeito do nível i do fator fórmula (i = Mongin e Ender);

B_k : é o efeito do nível k do fator balanço (k = 170, 220, 270 e 320 mEq.kg⁻¹);

F_iB_k : é o efeito da interação entre o nível i do fator fórmula e o nível k do fator balanço;

e_{ijk} : é o efeito do erro experimental associado a parcela que recebeu o nível i do fator fórmula e o nível k do fator balanço na repetição j .

Neste experimento as medidas de desempenho das aves e qualidade dos ovos foram realizadas nas mesmas parcelas em diferentes períodos (quatro ciclos de 28 dias). Os ciclos foram utilizados apenas como medida repetida no tempo, sendo portanto recomendado o esquema de análise de parcelas subdivididas no tempo (*split-plot in time*) (STEEL; TORRIE, 1960). Para os parâmetros de caracterização das excretas e análises econômicas, não foram utilizadas parcelas subdivididas no tempo.

Os resultados obtidos em cada tratamento foram comparados ao tratamento testemunha pelo teste de Dunnett. Uma vez que avaliou-se variáveis quantitativas com mais de três níveis (balanço eletrolítico), o método de comparação mais recomendado foi regressão. Para o fator fórmula, por apresentar dois níveis, optou-se pela maior média no caso de efeito significativo na Anava.

Embora as análises das interações entre os fatores não tenha apresentado efeito significativo para algumas variáveis de desempenho das aves, qualidade dos ovos, qualidade dos ovos na vida de prateleira, caracterização das excretas e análises econômicas, em todos os casos elas foram desdobradas, pois, segundo Perecin e Cargnelutti Filho (2008), em experimentos com dois fatores existe “n” possíveis efeitos de interações, onde frequentemente o desdobramento dessas interações não significativas contribui efetivamente para a interpretação dos resultados.

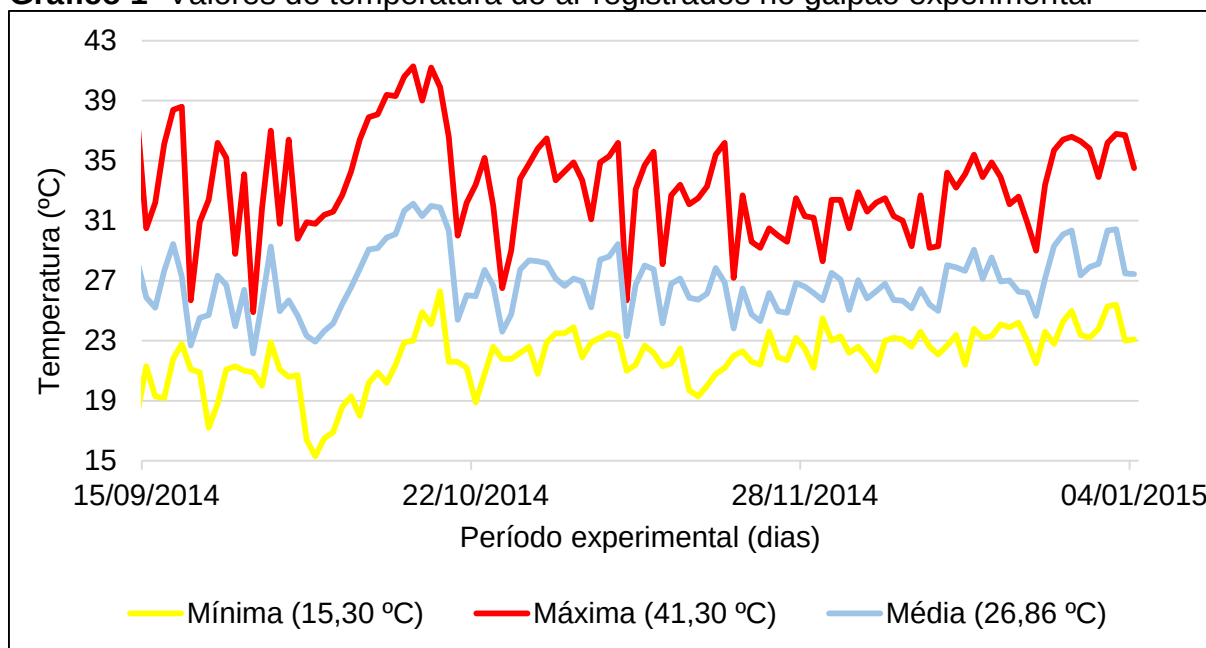
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 VARIÁVEIS CLIMÁTICAS

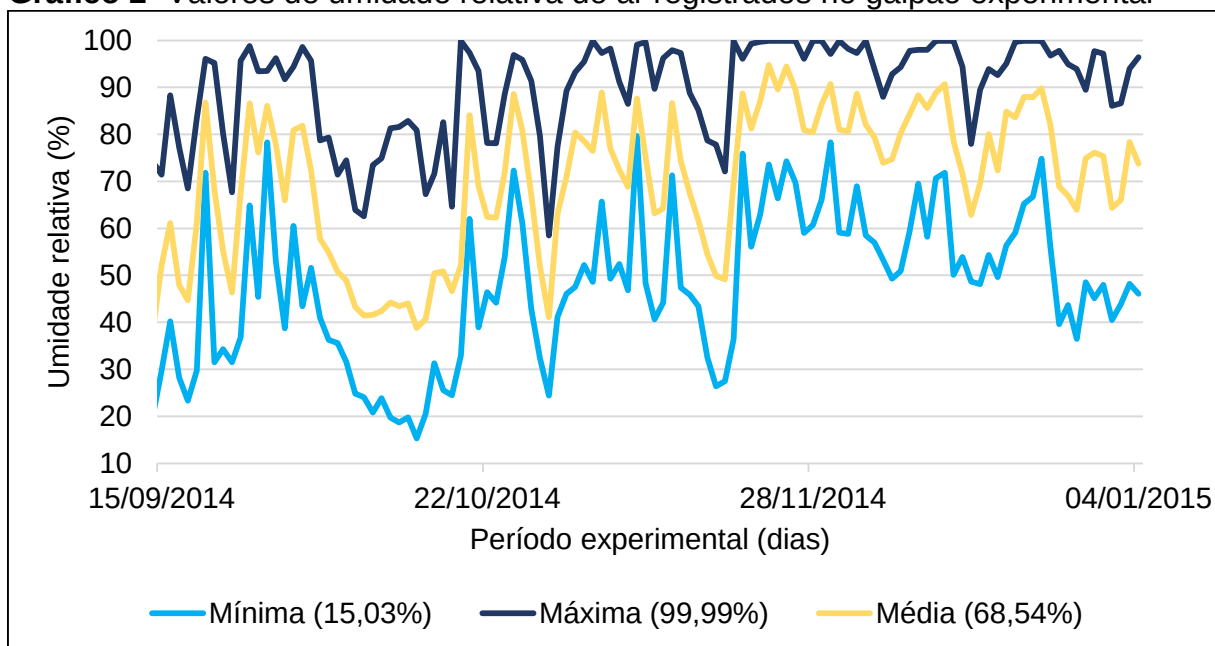
Os valores máximos, mínimos e médios de temperatura e umidade relativa do ar registrados durante o período experimental estão descritos nos Gráficos 1 e 2, respectivamente.

Ao observar os dados de temperatura e umidade relativa do ar registrados durante o período experimental (Gráficos 1 e 2), nota-se que os valores encontrados ficaram acima da zona de termoneutralidade quando comparados ao descrito por Ferreira (2005), com temperatura variando de 15 a 28°C e de 40 a 70% de umidade relativa do ar e também quando considerado as recomendações do manual da linhagem (LOHMANN DO BRASIL, 2011), que sugere valores para temperatura e umidade relativa do ar na faixa de 22° a 24° C e 60 a 70% respectivamente.

Gráfico 1- Valores de temperatura do ar registrados no galpão experimental

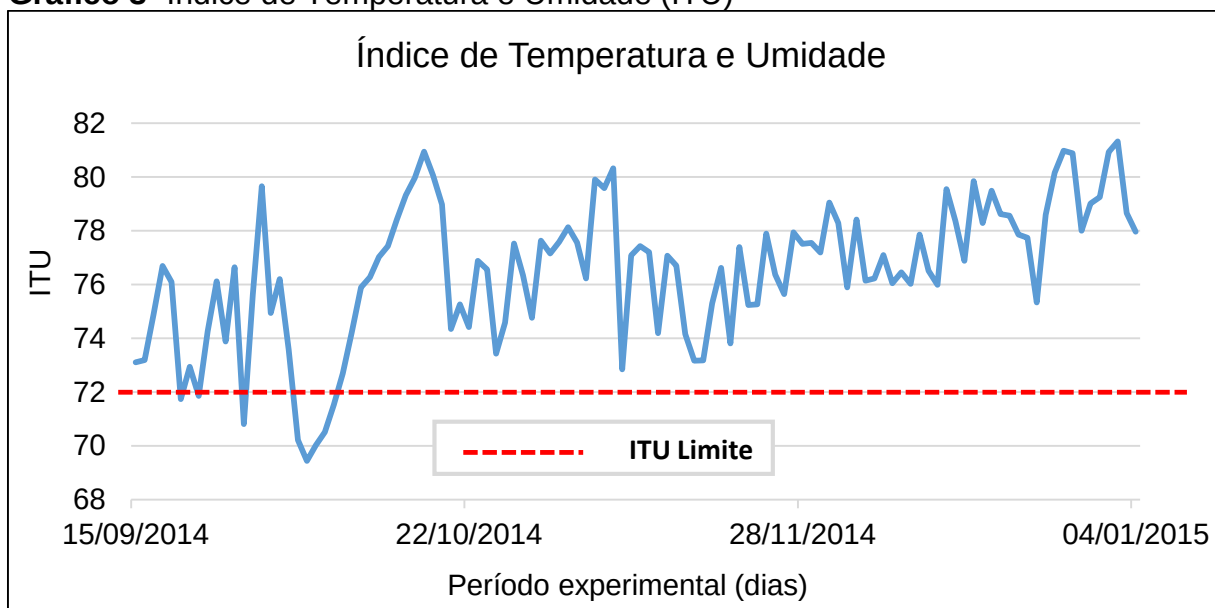


Fonte: Próprio autor

Gráfico 2- Valores de umidade relativa do ar registrados no galpão experimental

Fonte: Próprio autor

Os Índices de Temperatura e Umidade (ITU) registrados diariamente no galpão experimental são apresentados no Gráfico 3. Em todo o período experimental os valores de ITU encontraram-se acima do valor crítico (72) proposto por Moraes e Oliveira (2007), indicando que as aves foram expostas a condições de estresse térmico.

Gráfico 3- Índice de Temperatura e Umidade (ITU)

Fonte: Próprio autor

Foi visualizado nas aves o comportamento descrito por Bottje e Harrison (1985), como afastamento das asas para aumentar a superfície de contato com o ar e aumento da frequência respiratória (Figura 1), em decorrência ao estresse térmico a que foram submetidas.

Figura 1- Ave em situação de estresse térmico



Fonte: Próprio autor

4.2 DESEMPENHO DAS AVES

O resumo da análise de variância com os valores de P, média e coeficientes de variação para os dados de desempenho – consumo de ração ($\text{g.ave}^{-1}.\text{dia}^{-1}$), produção de ovos (%), peso médio dos ovos (g), massa de ovos (g) e conversão alimentar ($\text{kg de ração.kg de ovo}^{-1}$) – são apresentadas na Tabela 4 e nas Tabelas 5 e 6 são apresentadas respectivamente, as médias para comparação dos tratamentos com a testemunha e o desdobramento das interações entre as fórmulas e os balanços eletrolíticos.

Tabela 4- Resumo da análise de variância para o desempenho das aves

	Consumo de ração (g.ave ⁻¹ .dia ⁻¹)	Produção de ovos (%)	Peso médio dos ovos (g)	Massa de ovos (g)	Conversão alimentar (kg.kg ⁻¹)
P – valor					
Ciclo	<0,001	0,0011	0,002	<0,001	<0,001
Fatorial x Testemunha	<0,001	0,109	0,003	0,551	0,304
Fórmula	0,261	0,480	0,298	0,787	0,203
Balanço	0,003	0,321	0,163	0,062	0,461
Fórmula x Balanço	<0,001	0,014	0,153	0,002	0,148
Média	91,89	77,82	60,13	46,78	1,98
Coeficiente de Variação (%)	4,76	9,36	3,76	9,16	9,44

Fonte: Próprio autor

Tabela 5- Comparação dos tratamentos com a dieta testemunha para os parâmetros de desempenho das aves

	Consumo de ração (g.ave ⁻¹ .dia ⁻¹)	Produção de ovos (%)	Peso médio dos ovos (g)	Massa de ovos (g)	Conversão alimentar (kg.kg ⁻¹)
Testemunha	87,81	74,52	61,97	46,07	1,929
Mongin - 170	88,03	73,72	59,39*	43,72	2,031
Mongin - 220	95,08*	80,13	61,42	49,21	1,942
Mongin - 270	94,39*	77,74	60,58	47,19	2,056
Mongin - 320	91,81	77,84	59,94	46,61	1,980
Ender - 170	97,53*	81,16	59,70*	48,47	2,020
Ender - 220	90,40	78,01	59,44*	46,35	1,970
Ender - 270	91,03	79,75	60,80	48,46	1,882
Ender - 320	86,87	74,16	59,73*	44,27	1,966

Fonte: Próprio autor

* diferença significativa entre as médias dos tratamentos e a média da testemunha pelo teste de Dunnett ($P \leq 0,05$)

A comparação de médias entre os tratamentos e a testemunha indicou diferenças ($P < 0,05$) apenas para o consumo de ração e peso médio dos ovos. As aves alimentadas com as dietas elaboradas através da fórmula de Mongin com BE de 220 e 270 mEq.kg⁻¹ e pela fórmula que leva em consideração a influência do íon enxofre (fórmula de Ender) com BE de 170 mEq.kg⁻¹, apresentaram maior consumo de ração em relação a dieta testemunha (Tabela 5). Para o peso médio do ovo a combinação entre a fórmula de Mongin e o BE de 170 mEq.kg⁻¹ foi o único a apresentar peso inferior ao do tratamento testemunha, enquanto na fórmula de Ender, apenas o BE de 270 mEq.kg⁻¹ não apresentou diferença para peso do ovo quando comparado com a dieta testemunha, sendo que nos demais BE ocorreu diminuição no peso do ovo.

Tabela 6- Médias, significância e regressão linear e quadrática para o desdobramento das interações entre fórmula e balanço eletrolítico para variáveis de desempenho

Fórmula \ Balanço	Consumo de Ração (g.ave-1.dia-1)				REGRESSÃO P - valor		
	170**	220**	270*	320**	L	Q	Desvio
Mongin**	88,03 b	95,08 a	94,39 a	91,81 a	0,031*	<0,001**	0,235 ^{ns}
Ender**	97,53 a	90,40 b	91,03 b	86,87 b	<0,001**	0,178 ^{ns}	0,012* ¹
Fórmula \ Balanço	Produção de ovos (%)				REGRESSÃO P - valor		
	170**	220 ^{ns}	270 ^{ns}	320 ^{ns}	L	Q	Desvio
Mongin ^{ns}	73,72 b	80,13	77,74	77,84	-	-	-
Ender**	81,16 a	78,01	79,75	74,16	0,020*	0,505 ^{ns}	0,137 ^{ns}
Fórmula \ Balanço	Peso médio dos ovos (g)				REGRESSÃO P - valor		
	170 ^{ns}	220**	270 ^{ns}	320 ^{ns}	L	Q	Desvio
Mongin ^{ns}	59,39	61,42 a	60,58	59,94	-	-	-
Ender ^{ns}	59,7	59,44 b	60,8	59,73	-	-	-
Fórmula \ Balanço	Massa de ovos (g)				REGRESSÃO P - valor		
	170**	220 ^{ns}	270 ^{ns}	320 ^{ns}	L	Q	Desvio
Mongin**	43,72 b	49,21	47,19	46,61	0,169 ^{ns}	0,006**	0,065 ^{ns}
Ender**	48,47 a	46,35	48,46	44,27	0,031*	0,338 ^{ns}	0,030* ¹
Fórmula \ Balanço	Conversão alimentar (kg.kg ⁻¹)				REGRESSÃO P - valor		
	170 ^{ns}	220 ^{ns}	270**	320 ^{ns}	L	Q	Desvio
Mongin ^{ns}	2,031	1,942	2,056 a	1,980	-	-	-
Ender ^{ns}	2,020	1,970	1,882 b	1,966	-	-	-

Fonte: Próprio autor

Médias seguidas por diferentes letras minúsculas nas colunas diferem entre si (*P≤0,05; ** P≤0,01)

ns = Não significativo; L = Equação linear; Q = Equação quadrática

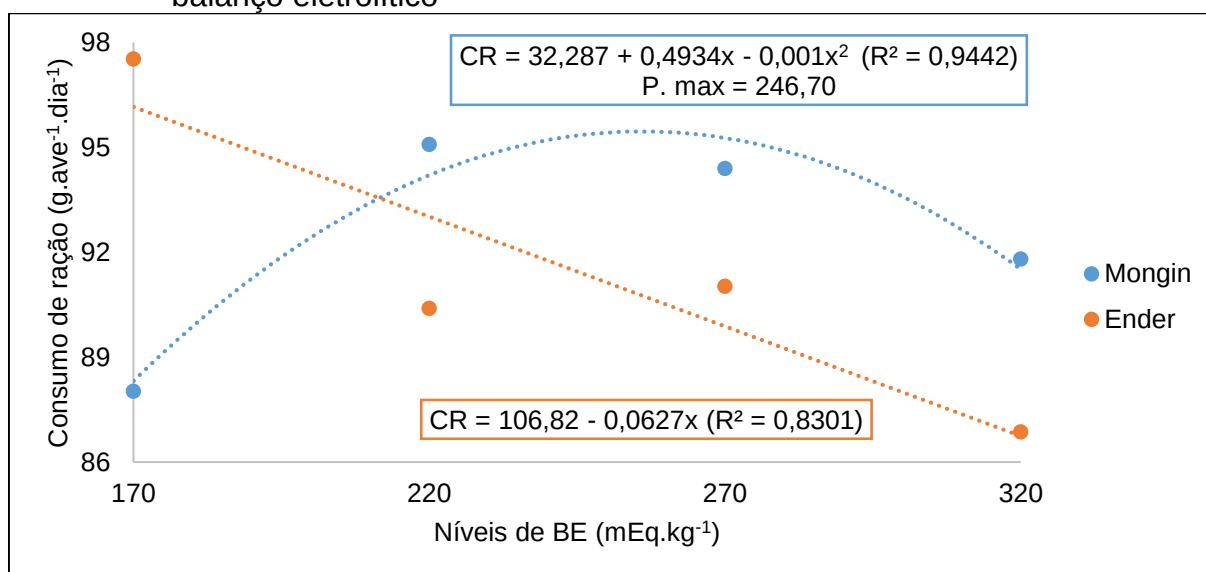
1 Sugere-se equação de maior grau ou não linear

Avaliando o desdobramento do fator fórmula dentro de cada nível de BE (Tabela 6), Com exceção ao BE de 170 mEq.kg⁻¹ na fórmula de Ender, para os demais níveis, o consumo de ração (g.ave⁻¹.dia⁻¹) foi superior para fórmula de Mongin. A análise da regressão (Gráfico 4) dos níveis de BE para a fórmula de Mongin apresentou efeito quadrático (P<0,01) apontando seu ponto máximo no nível de 246,7 mEq.kg⁻¹. Já a análise da regressão para a fórmula de Ender apresentou efeito linear decrescente (P<0,01), conforme elevamos os níveis de BE ocorre diminuição no consumo de ração, devido a influência da carga negativa do íon enxofre.

Para formular as dietas com BE superiores a 170 mEq.kg⁻¹ foi necessário o aumento da inclusão dos íons sódio e potássio (0,48 – 0,92%; 0,54 – 1,00% e 0,65 –

1,02% nos níveis de 220, 270 e 320 mEq.kg⁻¹ respectivamente), resultando em redução no consumo alimentar das aves. O mesmo efeito foi verificado por Junqueira et al. (2000), que observaram redução significativa no consumo de ração de poedeiras comerciais leves ao trabalharem com níveis de sódio e potássio superiores a 0,43 e 0,73% respectivamente.

Gráfico 4- Comportamento do consumo de ração (CR) de poedeiras alimentadas com rações elaboradas através de diferentes fórmulas e níveis de balanço eletrolítico

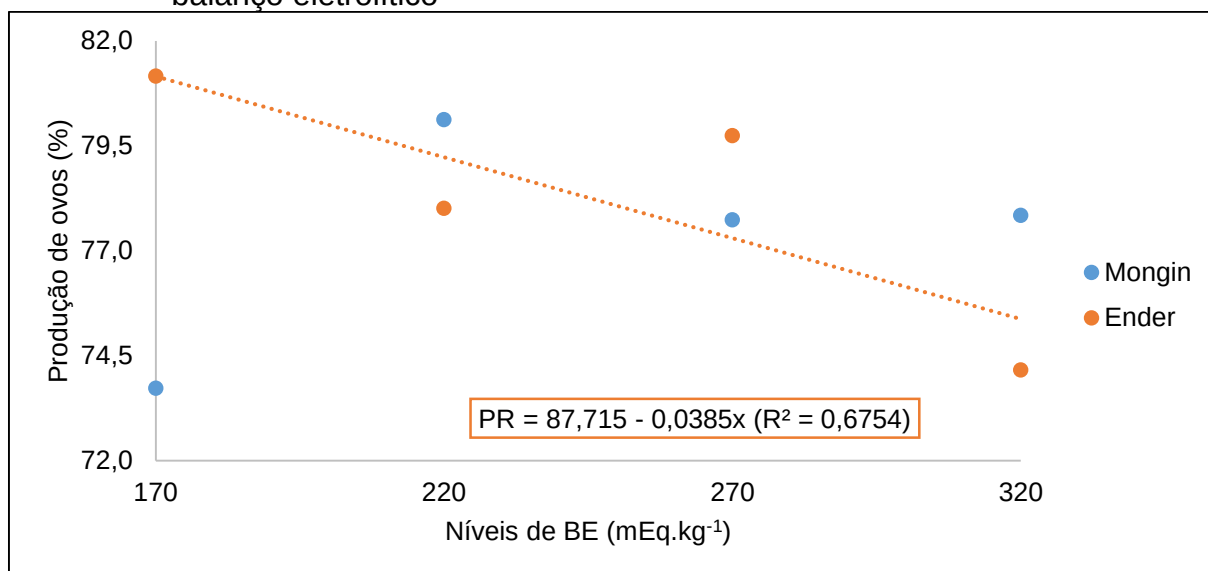


Fonte: Próprio autor

A melhor média para produção de ovos (%) e massa de ovos (g) (Tabela 6) foi observada no BE de 170 mEq.kg⁻¹ para fórmula de Ender (P<0,01). Os valores de regressão apontaram que os níveis de BE para produção de ovos (Gráfico 5) e massa de ovos (Gráfico 6), quando analisados na fórmula de Ender, apresentaram comportamento semelhante ao do consumo de ração, com efeito linear decrescente (P<0,05) a medida em que os níveis de BE aumentam, isto se deve, possivelmente, pelo impacto negativo da toxidez do sódio causada pela elevada inclusão de bicarbonato de sódio nas dietas onde se considerou a carga negativa do íon enxofre, resultando em queda no desempenho destas aves. Ribeiro et al. (2008) também observaram uma tendência na redução da produção de ovos (%) e massa de ovos de poedeiras em segundo ciclo produtivo quando elevaram os níveis de sódio das dietas. Já para a fórmula de Mongin, a massa de ovos teve efeito quadrático (P<0,01) com ponto de máxima no nível de 258,67 mEq.kg⁻¹.

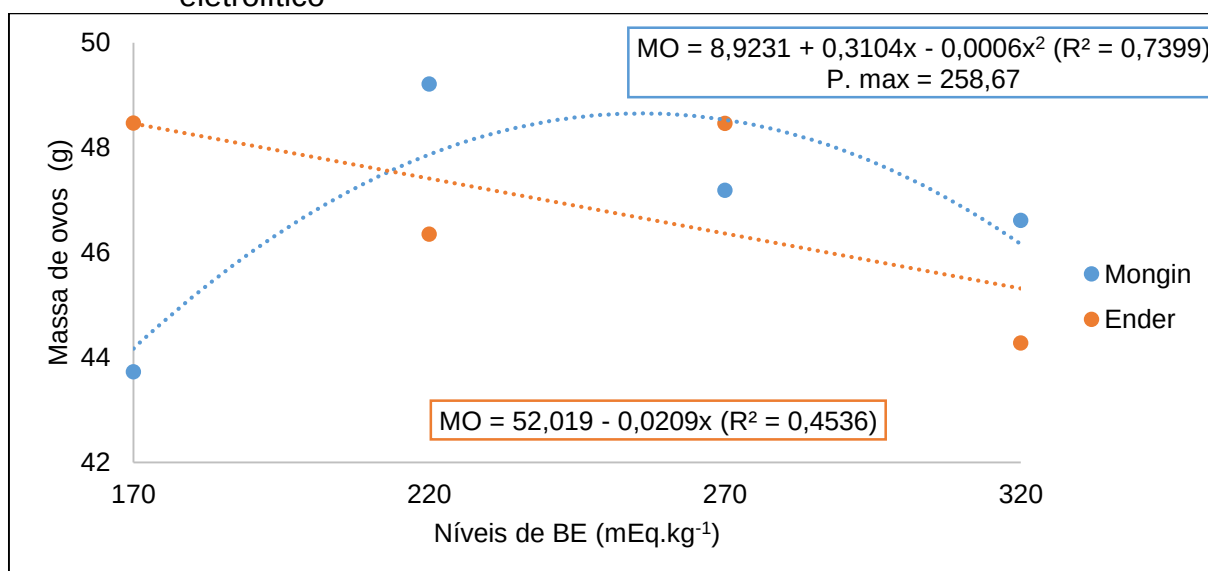
Os valores de peso médio dos ovos (Tabela 6) sofreram efeito da interação entre os fatores apontando que o BE de 220 mEq.kg⁻¹ na fórmula de Mongin determinou maior peso dos ovos.

Gráfico 5- Comportamento da Produção de ovos (PR) de poedeiras alimentadas com rações elaboradas através de diferentes fórmulas e níveis de balanço eletrolítico



Fonte: Próprio autor

Gráfico 6- Comportamento da Massa de ovos (MO) de poedeiras alimentadas com rações elaboradas através de diferentes fórmulas e níveis de balanço eletrolítico



Fonte: Próprio autor

A conversão alimentar não foi influenciada ($P>0,05$) pelos níveis de BE, contudo as aves alimentadas com as dietas com BE de 270 mEq.kg^{-1} na fórmula de Ender apresentaram melhor conversão alimentar. Este fato pode ser evidenciado pois, na fórmula de Ender com BE de 270 mEq.kg^{-1} , as variáveis de produção de ovos, peso de ovo e massa de ovos, não apresentaram diferença estatística.

Analizando a influência das fórmulas nos parâmetros de desempenho das aves, observa-se que para a fórmula de Mongin os valores de BE mais favoráveis encontram-se na faixa entre 220 e 260 mEq.kg^{-1} . Já para Ender, o acréscimo dos sais nas dietas reduziram linearmente o consumo de ração ($\text{g.ave}^{-1}.\text{dia}^{-1}$), a produção de ovos (%) e a massa de ovos (g), contudo, o BE de 270 mEq.kg^{-1} apresentou uma melhor conversão alimentar (kg.kg^{-1}) quando comparado ao mesmo BE na fórmula de Mongin.

Estes dados contradizem alguns estudos onde os autores não encontraram diferenças sobre os parâmetros de desempenho de poedeiras alimentadas com diferentes níveis de BE. Nobakht et al (2006), Safameher e Nobakht et al. (2007) e Nobakht et al. (2007), avaliaram dietas com diferentes BE (0, 140, 280, 360 mEq.kg^{-1}) para poedeiras, em declínio, início e declínio de postura respectivamente, em condições de estresse calórico, e não constataram efeito deste fator sobre o consumo de ração, produção de ovos, massa de ovos e conversão alimentar.

4.3 QUALIDADE DOS OVOS

O resumo da análise de variância com os valores de P, média e coeficientes de variação para os dados de qualidade dos ovos – unidade Haugh (UH), gravidade específica (g.cm^{-3}) e pH do albúmen – são apresentadas na Tabela 7. Na Tabela 8 são apresentadas as médias do desdobramento das interações entre as fórmulas e os balanços eletrolíticos. Não foram apresentadas as médias para comparação dos tratamentos com a dieta testemunha, devido ao fato de não haver diferença significativa ($P>0,05$) para as comparações em nenhum dos parâmetros relativos à qualidade dos ovos.

Para o tratamento testemunha as médias de unidade Haugh, gravidade específica e pH do albúmen foram, respectivamente, 92,78; $1,0813 \text{ g.cm}^{-3}$ e 8,03.

Tabela 7- Resumo da análise de variância para qualidade dos ovos

	Unidade Haugh	Gravidade específica (g.cm ⁻³)	pH do Albúmen
		P – valor	
Ciclo	<0,001	<0,001	<0,001
Fatorial x Testemunha	0,777	0,312	0,129
Fórmula	0,424	0,045	0,009
Balanço	0,001	0,788	0,896
Fórmula x Balanço	0,022	0,069	0,110
Média	92,98	1,08	8,07
Coeficiente de variação (%)	3,04	0,23	1,28

Fonte: Próprio autor

Tabela 8- Médias, significância e regressão linear e quadrática para o desdobramento das interações entre fórmula e balanço eletrolítico para variáveis de qualidade dos ovos

Fórmula \ Balanço	Unidade Haugh				REGRESSÃO P - valor		
	170*	220 ^{ns}	270 ^{ns}	320 ^{ns}	L	Q	Desvio
Mongin*	93,79 a	92,8	91,72	94,42	0,802 ^{ns}	0,010**	0,220 ^{ns}
Ender**	91,62 b	91,16	93,43	94,92	<0,001**	0,170 ^{ns}	0,268 ^{ns}
Fórmula \ Balanço	Gravidade específica (g.cm ⁻³)				REGRESSÃO P - valor		
	170 ^{ns}	220 ^{ns}	270**	320*	L	Q	Desvio
Mongin ^{ns}	1,0825	1,0814	1,0811 b	1,0813 b	-	-	-
Ender ^{ns}	1,0816	1,0819	1,0833 a	1,0831 a	-	-	-
Fórmula \ Balanço	pH Albúmen				REGRESSÃO P - valor		
	170*	220 ^{ns}	270 ^{ns}	320*	L	Q	Desvio
Mongin ^{ns}	8,02 b	8,05	8,07	8,02 b	-	-	-
Ender ^{ns}	8,11 a	8,11	8,04	8,10 a	-	-	-

Fonte: Próprio autor

Médias seguidas por diferentes letras minúsculas nas colunas diferem entre si (*P≤0,05; ** P≤0,01)

ns = Não significativo; L = Equação linear; Q = Equação quadrática

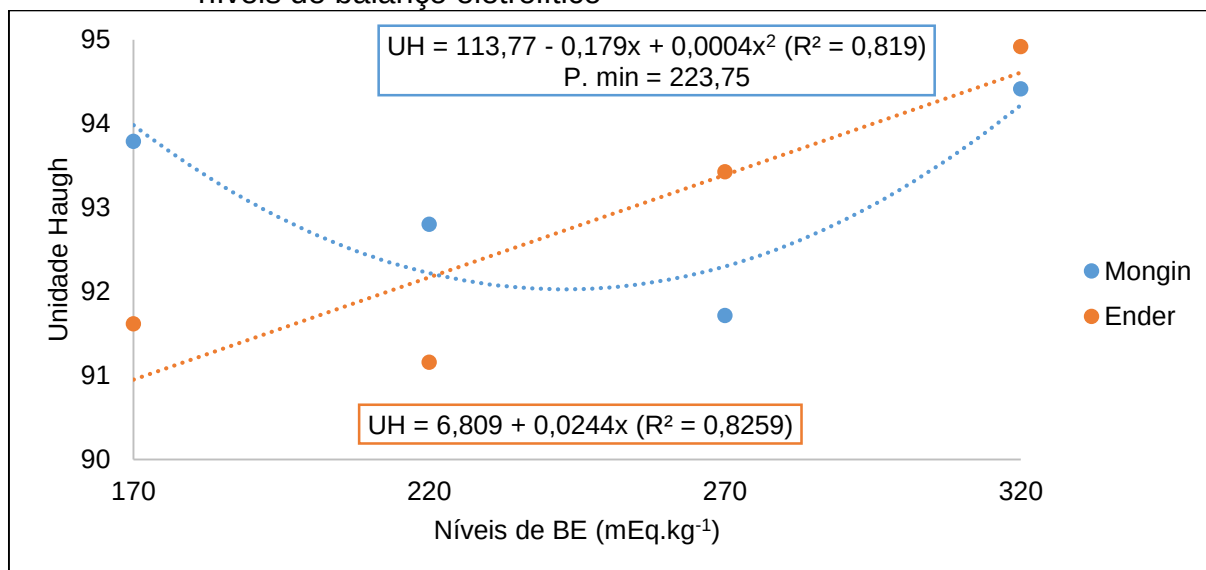
Para Unidade Haugh só ocorreu diferença entre as fórmulas (P<0,01) dentro do BE de 170 mEq.kg⁻¹, com maior valor para a fórmula de Mongin (Tabela 8).

A análise da regressão dos níveis de BE (Gráfico 7), dentro da fórmula de Mongin para UH apontou efeito quadrático (P<0,01) com ponto de mínimo no nível de 223,75 mEq.kg⁻¹. Já a fórmula de Ender apresentou efeito linear crescente (P<0,01) sugerindo que com o aumento dos níveis de BE há uma melhora na qualidade interna dos ovos.

Para os valores de Gravidade Específica (GE) apresentados na Tabela 8, quando analisado o desdobramento das fórmulas dentro dos níveis de BE, houve diferença significativa para os níveis de 270 (P<0,01) e 320 mEq.kg⁻¹ (P<0,05), com maiores valores de GE para a fórmula de Ender em ambos BE.

Os valores de pH de Albúmen (Tabela 8) determinados pelos BE de 170 e 320 mEq.kg⁻¹ foram influenciados ($P < 0,05$) pelas fórmulas utilizadas, sendo os maiores valores obtidos com a aplicação da fórmula de Ender, indicando maior deterioração da qualidade do albúmen.

Gráfico 7- Comportamento da Unidade Haugh (UH) dos ovos de poedeiras alimentadas com rações elaboradas através de diferentes fórmulas e níveis de balanço eletrolítico



Fonte: Próprio autor

Murakami et al. (2003), estudando o efeito de dietas com BE de 174, 183, 192, 200 e 209 mEq.kg⁻¹, e Junqueira et al. (2000) que avaliaram dietas com BE de 187, 265, 300, 378 e 491 mEq.kg⁻¹, ambas formuladas para poedeiras em segundo ciclo de produção, através da fórmula de Mongin, não encontraram influência dos níveis de BE sobre a qualidade dos ovos. Entretanto, Nobakht et al. (2006) ao trabalharem com níveis de BE variando entre 0, 120, 240 e 360 mEq.kg⁻¹, para poedeiras na fase de pós pico de postura, verificaram que o maior nível de BE determinou melhoria na qualidade dos ovos em relação aos demais balanços. O favorecimento do balanço catiônico na qualidade dos ovos foi evidenciado, no presente estudo, através dos valores de UH encontrados nas dietas formuladas pela equação proposta por Ender.

Segundo dados fornecidos pela USDA (2000) ovos de excelente qualidade possuem valores de unidade Haugh acima de 72 e pH de albúmen entre 7 a 8,5,

portanto, neste estudo os valores estabelecidos foram atingidos em todas as combinações de BE e fórmulas.

4.4 QUALIDADE DOS OVOS NA VIDA DE PRATELEIRA

O resumo da análise de variância com os valores de P, média e coeficientes de variação para os dados de qualidade dos ovos na vida de prateleira – unidade Haugh, gravidade específica (g.cm^{-3}) e pH do albúmen – são apresentadas na Tabela 9. Não foram apresentadas as médias para comparação dos tratamentos com a dieta testemunha, devido ao fato de não haver diferença significativa ($P>0,05$) para as comparações em nenhum dos parâmetros relativos à qualidade dos ovos na vida de prateleira.

Para o tratamento testemunha as médias de unidade Haugh, gravidade específica e pH do albúmen foram, respectivamente, 47,48; $1,0577 \text{ g.cm}^{-3}$; e 8,98.

Tabela 9- Resumo da análise de variância para qualidade dos ovos na vida de prateleira

	Unidade Haugh	Gravidade específica (g.cm^{-3})	pH do Albúmen
		P – valor	
Dias	<0,001	<0,001	<0,001
Fatorial x Testemunha	0,14	1,000	0,302
Fórmula	0,389	0,885	0,665
Balanço	0,001	0,695	0,169
Fórmula x Balanço	0,011	0,025	0,456
Média	49,71	1,06	8,94
Coeficiente de variação (%)	12,95	0,21	1,71

Fonte: Próprio autor

Nas Tabelas 10 e 11 são apresentadas respectivamente, as médias dos dias de estocagem e o desdobramento das interações entre as fórmulas e os balanços eletrolíticos.

Com a elevada troca gasosa pelos poros da casca, a queda na gravidade específica (Tabela 10) torna-se inevitável acarretando em aumento na câmara de ar localizada entre a casca e a membrana interna do ovo. A UH, sendo uma medida exclusiva da qualidade interna do ovo, calculada através do peso do ovo corrigido pela altura do albúmen, apresenta uma redução acentuada com o passar dos dias,

pois o peso do ovo decresce juntamente com a altura do albúmen devido à troca de fluidos com a gema e com o meio externo. Vêras et al. (2000) e Santos et al. (2009), que avaliaram diferentes ambientes, temperatura ambiente e refrigeração, e tempos de estocagem de ovos de poedeiras comerciais encontraram resultados semelhantes. De acordo com Roberts (2004), o aumento no pH do albúmen com o passar dos dias ocorre devido a sua deterioração, o mesmo foi observado no presente experimento.

Tabela 10- Médias dos dias de estocagem para os parâmetros de qualidade dos ovos na vida de prateleira

DIAS	Unidade Haugh	Gravidade específica (g.cm ⁻³)	pH do Albúmen
0	94,58 a	1,0822 a	7,77 d
7	51,76 b	1,0547 a	9,19 bc
14	40,75 c	1,0513 b	9,27 ab
21	34,05 d	1,0503 b	9,10 c
28	26,19 e	1,0500 b	9,39 a

Fonte: Próprio autor

Médias seguidas por diferentes letras minúsculas nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey (P≤0,05)

Tabela 11- Médias, significância e regressão linear e quadrática para o desdobramento das interações entre fórmula e balanço eletrolítico para variáveis de qualidade dos ovos na vida de prateleira

Balanço		Unidade Haugh				REGRESSÃO P - valor		
Fórmula		170 **	220 ^{ns}	270 ^{ns}	320 ^{ns}	L	Q	Desvio
Mongin**		51,83 a	49,88	46,18	52,71	0,869 ^{ns}	0,004**	0,066 ^{ns}
Ender**		45,40 b	49,03	48,99	53,66	<0,001**	0,720 ^{ns}	0,195 ^{ns}
Balanço		Gravidade específica (g.cm ⁻³)				REGRESSÃO P – valor		
Fórmula		170 *	220 ^{ns}	270 ^{ns}	320 ^{ns}	L	Q	Desvio
Mongin ^{ns}		1,0587 a	1,0576	1,0571	1,0574	-	-	-
Ender ^{ns}		1,0572 b	1,0572	1,0584	1,0582	-	-	-
Balanço		pH do Albúmen				REGRESSÃO P - valor		
Fórmula		170 ^{ns}	220 ^{ns}	270 ^{ns}	320 ^{ns}	L	Q	Desvio
Mongin ^{ns}		8,95	8,92	8,95	8,97	-	-	-
Ender ^{ns}		8.96	8.88	8.99	8.91	-	-	-

Fonte: Próprio autor

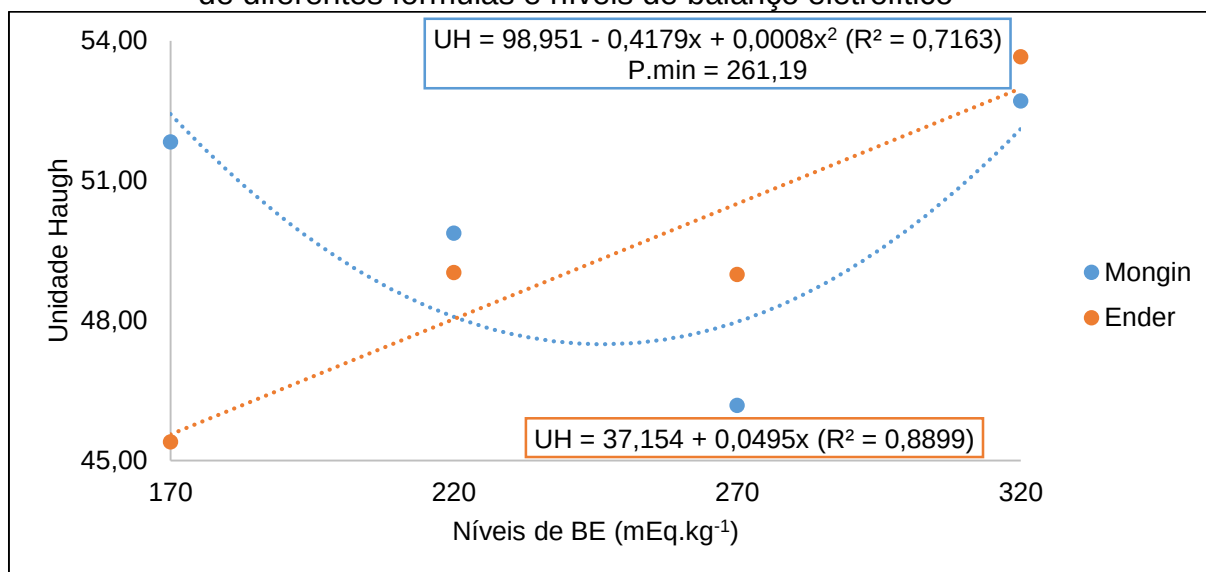
Médias seguidas por diferentes letras minúsculas nas colunas diferem entre si (*P≤0,05; ** P≤0,01)

ns = Não significativo; L = Equação linear; Q = Equação quadrática

Para a unidade Haugh (Tabela 11), tanto na fórmula de Mongin como de Ender ocorreu efeito dos BE avaliados, onde a análise da regressão (Gráfico 8) indicou comportamento quadrático (P<0,01) com ponto de mínima em 261,19 mEq.kg⁻¹ para a fórmula de Mongin e efeito linear crescente (P<0,01) para a fórmula

de Ender. Dentro do BE de 170 mEq.kg⁻¹ a fórmula de Mongin determinou ovos com maiores valores de Unidade Haugh. Esta situação, determina que para este BE na fórmula de Mongin a qualidade foi melhor preservada, o que também se repete no comportamento da gravidade específica. Para o pH do albúmen não foi constatado nenhum efeito dos fatores avaliados ($P > 0,05$).

Gráfico 8- Comportamento da Unidade Haugh (UH) dos ovos armazenados, provenientes de poedeiras alimentadas com rações elaboradas através de diferentes fórmulas e níveis de balanço eletrolítico



Fonte: Próprio autor

4.5 CARACTERIZAÇÃO DAS EXCRETAS

O resumo da análise de variância com os valores de P, média e coeficientes de variação para os dados de caracterização das excretas – umidade das excretas (%) e teor de sódio (Na) e potássio (K) nas excretas – são apresentadas na Tabela 12, e nas Tabelas 13 e 14 são apresentadas respectivamente, as médias para comparação dos tratamentos com a testemunha e o desdobramento das interações entre as fórmulas e os balanços eletrolíticos.

Tabela 12- Resumo da análise de variância para a caracterização das excretas

	Umidade das excretas (%)	Teor de sódio nas excretas (%)	Teor de potássio nas excretas (%)
Fatorial x Testemunha	<0,001	<0,001	0,002
Fórmula	<0,001	<0,001	0,003
Balanço	<0,001	<0,001	<0,001
Fórmula x Balanço	0,261	0,053	0,639
Média	77,42	1,284	2,456
CV %	1,40	9,07	12,00

Fonte: Próprio autor

Tabela 13- Comparação dos tratamentos com a dieta testemunha para os parâmetros de caracterização das excretas

	Umidade das excretas (%)	Teor de sódio nas excretas (%)	Teor de potássio nas excretas (%)
Testemunha	74,905	0,519	1,916
Mongin - 170	73,131	1,157*	1,866
Mongin - 220	75,522	1,143*	2,142
Mongin - 270	77,001	0,934*	2,317
Mongin - 320	78,710*	1,475*	2,802*
Ender - 170	77,043	1,302*	2,141
Ender - 220	78,265*	1,380*	2,489
Ender - 270	79,175*	1,004*	2,886*
Ender - 320	80,526*	1,873*	3,007*

Fonte: Próprio autor

* diferença significativa entre as médias dos tratamentos e a média da testemunha pelo teste de Dunnett ($P \leq 0,05$)

A comparação de médias entre os tratamentos e a testemunha indicou diferenças ($P < 0,01$) para a umidade (%), teor de sódio e potássio nas excretas (%). As aves alimentadas com as dietas elaboradas através da fórmula de Mongin com BE de 320 mEq.kg⁻¹ e pela fórmula que leva em consideração a influência do íon enxofre (fórmula de Ender) com BE de 220, 270 e 320 mEq.kg⁻¹, apresentaram maior teor de umidade nas excretas (%) em relação a dieta testemunha (Tabela 13).

O tratamento testemunha não utilizou o bicarbonato de sódio em sua composição, tendo sua necessidade de sódio atendida apenas pelo cloreto de sódio e apresentando a menor inclusão de sódio, enquanto nos demais tratamentos a inclusão de bicarbonato de sódio promoveu o aumento no teor de sódio das rações para elevar os valores de BE, tanto na fórmula de Mongin como na de Ender.

De acordo com Dukes (2006), quando a ave é submetida a uma ingestão elevada de sódio, como resposta o excesso é excretado pelos rins, desde que não se interrompa o fornecimento de água. Essa situação é evidenciada pelos teores

deste íon nas excretas quando se compara o tratamento testemunha com os demais (Tabela 13), e pelo aumento da umidade das excretas nas dietas compostas pela fórmula de Mongin com BE de 320 mEq.kg⁻¹ e fórmula de Ender nos BE de 220, 270 e 320 mEq.kg⁻¹, também em relação ao tratamento testemunha.

Os teores de potássio nas excretas foram superiores, dentro da comparação entre os tratamentos e a testemunha, para o BE de 320 mEq.kg⁻¹ na fórmula de Mongin e para os BE de 270 e 320 mEq.kg⁻¹ na fórmula de Ender (Tabela 13). A maior excreção de potássio pode ser um indício de que as aves estavam em estresse calórico (Deyhim, Belay e Teeter, 1990).

Tabela 14- Médias, significância e regressão linear e quadrática para o desdobramento das interações entre fórmula e balanço eletrolítico para variáveis de caracterização das excretas

Balanço Fórmula	Umidade das excretas (%)				Regressão P - valor		
	170**	220**	270**	320*	L	Q	Desvio
Mongin**	73,131 b	75,522 b	77,001 b	78,710 b	<0,001**	0,537 ^{ns}	0,643 ^{ns}
Ender**	77,043 a	78,265 a	79,175 a	80,526 a	<0,001**	0,907 ^{ns}	0,759 ^{ns}
Balanço Fórmula	Teor de sódio nas excretas (%)				Regressão P - valor		
	170 ^{ns}	220**	270 ^{ns}	320**	L	Q	Desvio
Mongin**	1,157	1,143 b	0,934	1,475 b	0,891 ^{ns}	0,002**	0,175 ^{ns}
Ender**	1,302	1,380 a	1,004	1,873 a	0,017*	0,001**	0,008** ¹
Balanço Fórmula	Teor de potássio nas excretas (%)				Regressão P - valor		
	170 ^{ns}	220 ^{ns}	270*	320 ^{ns}	L	Q	Desvio
Mongin**	1,866	2,142	2,317 b	2,802	<0,001**	0,486 ^{ns}	0,538 ^{ns}
Ender**	2,141	2,489	2,886 a	3,007	<0,001**	0,450 ^{ns}	0,625 ^{ns}

Fonte: Próprio autor

Médias seguidas por diferentes letras minúsculas nas colunas diferem entre si (*P≤0,05; ** P≤0,01)

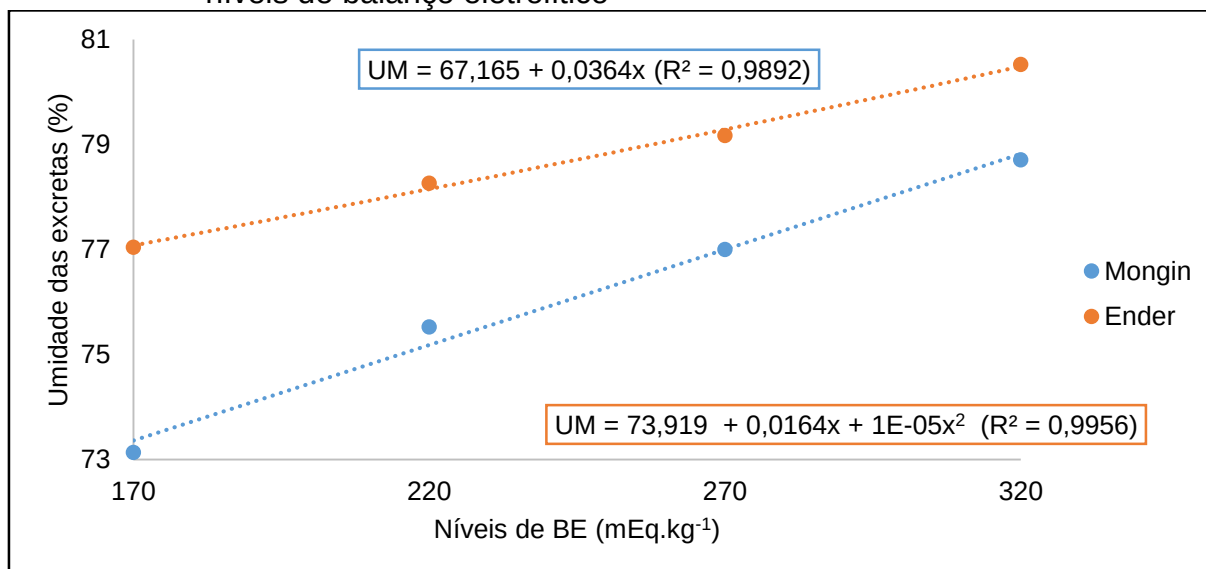
ns = Não significativo; L = Equação linear; Q = Equação quadrática

¹ Sugere-se equação de maior grau ou não linear

A umidade das excretas apresentou interação entre as fórmulas e níveis de BE (Tabela 14), apontando que em todos os níveis de BE, a fórmula proposta por Ender determinou maior quantidade de águas eliminada. Para ambas as fórmulas aumento dos níveis de BE ocasionou aumento linear (P<0,01) no teor de umidade das excretas (Gráfico 9).

O aumento no teor de umidade das excretas com o aumento no BE corrobora os resultados observados por Vieites et al. (2005), onde maiores valores de BE (0; 50; 100; 150; 200; 250; 300 e 350 mEq.kg⁻¹) determinaram maior excreção de água, promovendo camas com maior teor de umidade.

Gráfico 9- Comportamento da Umidade das excretas (UM) de poedeiras alimentadas com rações elaboradas através de diferentes fórmulas e níveis de balanço eletrolítico



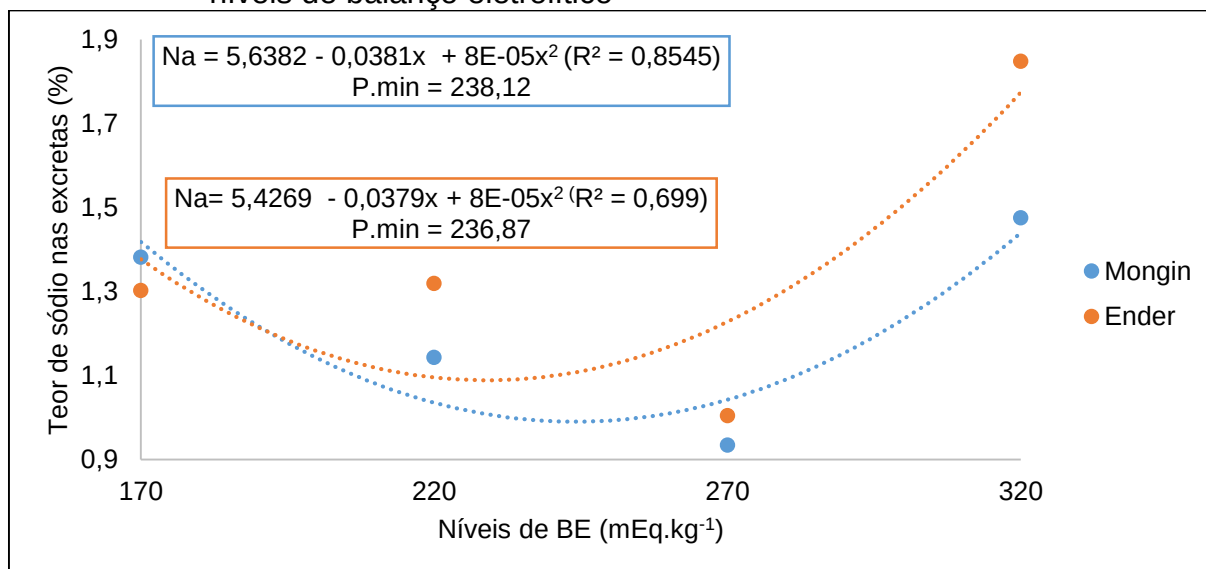
Fonte: Próprio autor

A excreção de sódio apresentou interação significativa para o desdobramento das fórmulas dentro dos BE de 220 e 320 mEq.kg⁻¹ (Tabela 14) apontando que na fórmula de Ender a excreção de sódio foi superior. A análise da regressão apresentou comportamento quadrático ($P < 0,01$) para os níveis de BE dentro das fórmulas de Mongin e Ender com ponto mínimo de 238,12 e 236,87 mEq.kg⁻¹, respectivamente (Gráfico 10). A excreção do potássio apresentou efeito linear crescente ($P < 0,01$) para o aumento dos níveis de BE dentro das fórmulas estudadas (Gráfico 11). O BE de 270 mEq.kg⁻¹, apresentou interação significativa entre as fórmulas indicando maior excreção de potássio para a fórmula de Ender.

O comportamento similar observado nas análises de regressão para a umidade e teor de potássio nas excretas pode estar relacionado com a necessidade fisiológica da ave em excretar o excesso de potássio através dos rins, e assim evitar problemas como a hipercalemia (DUKES, 2004).

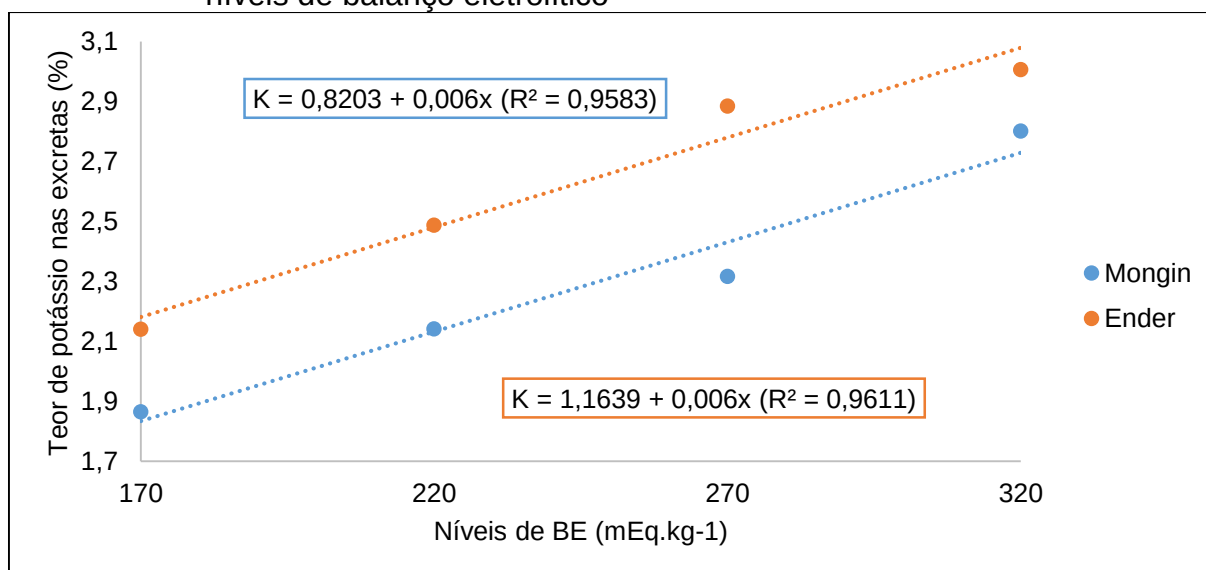
O aumento simultâneo do teor de potássio e de umidade das excretas observados no presente estudo, também foi observado por Deyhim, Belay e Teeter (1990) em frangos de corte submetidos a condições de estresse por calor.

Gráfico 10- Comportamento do teor de sódio das excretas (Na) de poedeiras alimentadas com rações elaboradas através de diferentes fórmulas e níveis de balanço eletrolítico



Fonte: Próprio autor

Gráfico 11- Comportamento do teor de potássio das excretas (K) de poedeiras alimentadas com rações elaboradas através de diferentes fórmulas e níveis de balanço eletrolítico



Fonte: Próprio autor

4.6 ANÁLISE ECONÔMICA

O resumo da análise de variância com os valores de P, média e coeficientes de variação para os dados da avaliação econômica – Custo.kg de ovo⁻¹ (R\$.kg⁻¹) e

do Índice *Economic Feed Efficiency* (EFE) – são apresentadas na Tabela 15 e nas Tabelas 16 e 17 são apresentadas respectivamente, as médias para comparação dos tratamentos com a testemunha e o desdobramento das interações entre as fórmulas e os balanços eletrolíticos.

Tabela 15- Resumo da análise de variância para a análise econômica

	Custo.kg de ovo ⁻¹ (R\$.kg ⁻¹)	EFE
	P - valor	
Fatorial x Testemunha	0,2346	0,0284
Fórmula	0,1317	0,0055
Balanço	0,6963	0,0707
Fórmula x Balanço	0,6784	0,5729
Média	1,56	1,23
CV %	7,45	6,79

Fonte: Próprio autor

EFE - Índice *Economic Feed Efficiency*

Tabela 16- Comparação dos tratamentos com a dieta testemunha para os parâmetros da análise econômica

	Custo.kg de ovo ⁻¹ (R\$.kg ⁻¹)	EFE
Testemunha	1,428	1,181
Mongin - 170	1,517	1,132
Mongin - 220	1,490	1,213
Mongin - 270	1,587	1,188
Mongin - 320	1,578	1,236
Ender - 170	1,606	1,204
Ender - 220	1,606	1,270
Ender - 270	1,567	1,352*
Ender - 320	1,652	1,307

Fonte: Próprio autor

EFE - Índice *Economic Feed Efficiency*

* diferença significativa entre as médias dos tratamentos e a média da testemunha pelo teste de Dunnett ($P \leq 0,05$)

Apenas o índice EFE apresentou diferença ($P > 0,05$) na comparação de médias entre os tratamentos e a testemunha (Tabela 16), apontando um melhor retorno econômico no tratamento que recebeu a dieta elaborada através da fórmula de Ender com BE de 270 mEq.kg⁻¹.

Tabela 17- Médias, significância e regressão linear e quadrática para o desdobramento das interações entre fórmula e balanço eletrolítico para variáveis da análise econômica

Fórmula \ Balanço	Custo.kg de ovo ⁻¹ (R\$.kg ⁻¹)				Regressão P - valor		
	170 ^{ns}	220 ^{ns}	270 ^{ns}	320 ^{ns}	L	Q	Desvio
Mongin ns	1,517	1,490	1,587	1,578	-	-	-
Ender ns	1,606	1,606	1,567	1,652	-	-	-
Fórmula \ Balanço	EFE				Regressão P - valor		
	170 ^{ns}	220 ^{ns}	270*	320 ^{ns}	L	Q	Desvio
Mongin ns	1,132	1,213	1,188 b	1,236	-	-	-
Ender ns	1,204	1,270	1,352 a	1,307	-	-	-

Fonte: Próprio autor

EFE - Índice *Economic Feed Efficiency*

Médias seguidas por diferentes letras minúsculas nas colunas diferem entre si (*P≤0,05)

ns = Não significativo; L = Equação linear; Q = Equação quadrática

Ao realizar o estudo da regressão (Tabela 17), não foi identificado nenhum efeito significativo para as variáveis da análise econômica. O desdobramento das fórmulas dentro do BE de 270 mEq.kg⁻¹ para o índice EFE, foi o único parâmetro a apresentar efeito significativo (P<0,05), demonstrando que, neste balanço, a utilização da fórmula de Ender apresenta melhor retorno econômico.

5 CONCLUSÕES

O conceito de equilíbrio eletrolítico na formulação das rações determina resultados pouco consistentes sobre o desempenho ou qualidade dos ovo quando comparada a uma ração formulada sem esse conceito, porém a combinação da fórmula de Ender e do BE de 270 mEq.kg^{-1} confere melhor conversão alimentar e maior gravidade específica, além de proporcionar um maior retorno econômico.

Na fórmula de Mongin o BE determina melhores resultados de consumo de ração, massa de ovos e unidade Haugh de ovos na faixa de $241,84 \text{ mEq.kg}^{-1}$, porém o BE 170 mEq.kg^{-1} favorece a qualidade de ovos frescos ou armazenados.

Independente da formula de cálculo do equilíbrio de eletrólitos, o aumento do BE promove maior excreção de água e potássio.

REFERÊNCIAS

ABPA. ASSOCIAÇÃO Brasileira de Proteína Animal – **Relatório anual**, São Paulo, 2015.

ALBUQUERQUE, R.; MENDONÇA, C.X.; GHION, E.; LIMA, G.G. Efeitos de diferentes métodos de descanso forçado sobre o desempenho de poedeiras. **Brazilian Journal Veterinary Research Animal Science**, São Paulo, v. 36, n. 3, 1999.

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

ARAÚJO, W. A. G.; ALBINO, L. F. T.; PESSOA, G. B. S.; LELIS, G. R. Cálculo de balanço eletrolítico em dietas de frangos de corte. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 8, n° 04 p.1529- 1539, 2011.

BLOCK, E. Manipulating dietary anions and cations for pre-partum dairy cows to reduce incidence of milk fever. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 67, n. 12, p. 2939-2948, 1984.

BLOCK, E. Revisiting negative dietary cation-anion difference balancing for pre-partum cows and its impact on hypocalcaemia and performance. **Arm & Hammer Animal Nutrition**, Princeton, 2011.

BORGATTI, L. M. O.; ALBUQUERQUE, R.; MEISTER, N. C.; SOUZA, L. W. 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**. v. 6, p. 153-157, 2004.

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

BORGES, S. A. 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.; 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. Effects of carbonated water on growth performance of cockerels subjected to constant and cyclic heat stress temperature. **Poultry Science**, Champaign, v. 64, p.1285-1292, 1985.

BRAKE, J. Recent advances in induced molting. **Poultry Science**, Champaign, v. 72, p. 929-931, 1993.

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

COHEN, I.; HURWITZ, S.; BAR, A. Acid-base balance and sodium to chloride ratio in diets of laying hens. **Journal of Nutritional**. v. 102, p. 1-8, 1972.

DEYHIM, F.; BELAY, T.; TEETER, R. G. The effect of heat distress on blood gas, plasma and urine concentration of Na, K, Cl of broiler chicks. **Poultry Science**, Champaign, v. 69, n. Suppl 1, p. 42, 1990.

DIBARTOLA, S. P. **Fluid therapy in small animal practice**. Philadelphia: W. B. Saunders, 1992. 719 p.

DONALSON, L. M.; KIM, W. K.; HERRERA, P.; WOODWARD, C. L.; KUBENA, L. F.; NISBET, D. J.; RICKE, R. C. Utilizing different ratios of alfalfa and layer ration for molt induction and performance in commercial laying hens. **Poultry Science**, Champaign, v. 84, p. 362–369, 2005.

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.

DUKES, H. H. **Fisiologia dos animais domésticos**. Guanabara Koogan, 2006.

ENDER, F.; DISHINGTON, I. W. Etiology and prevention of paresis puerperalis in dairy cows. In: ANDERSON, J. J. B. (Ed.). **Parturient hypocalcaemia**. New York: Academic Press, 1970. p. 71–79

ENDER F.; DISHINGTON I. W.; HELGEBOSTAD A. Calcium balance studies in dairy cows under experimental induction and prevention of hypocalcaemia paresis puerperalis. *Z. Tierphysiol. Tierernähr.* **Futtermittelkde**. v. 28, 233-256, 1971.

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.

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

GARCIA-NETO, M. **PPFR**: programa prático para formulação de rações, 2008. Disponível em: < <https://sites.google.com/site/ppfrparaexcel2007ousuperior/>>. Acesso em: 12 fev. 2016.

GEZEN, S.S.; EREN, M.; DENIZ, G. 2005: The effect of different dietary electrolyte balances on eggshell quality in laying hens. **Revista de Medicina Veterinária**, v. 156, p. 491-497.

GOFF, J. P.; RUIZ, R.; HORST, R.L. Relative acidifying activity of anionic salts commonly used to prevent milk fever. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 87, p. 1245-1255. 2004.

HARA, Y.; MAY, R. C.; KELLY, R. A., MITCH, W. E. Acidosis, not azotemia, stimulates branched chain, amino acid catabolism in **Uremic rats**. *Kidney Int.*, 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, n. 11, p. 3687-3693, 1990.

HOUNDONUGBO, F. M.; CHWALIBOG, A.; CHRYSOSTOME, C. A. A. M. Effect of commercial diets quality on bioeconomic performances of broilers in Benin. **Trop. Anim. Health Prod.**, v. 41, p. 693 -703, 2009.

JUDICE, J. P. M.; BERTECHINI, A. G.; MUNIZ, J. A.; RODRIGUES, P. B.; FASSANI, E. J. Balanço cátiô-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., ARAUJO, C. S. S.; SAKOMURA, N. K. Efeitos das fontes e níveis de sódio, cloro e potássio e da relação (Na+K) /Cl, sobre o desempenho e características do plasma sanguíneo de poedeiras comerciais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 4, p. 1110-1116, 2000.

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

LEESON, S.; SUMMERS, J. D. **Commercial poultry nutrition**. [S.l.]: Guelph University Books, 1997. 303 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.

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>. Acesso em: 12 fev. 2016.

LUTZ, J. Calcium balance acid-base status of women as affected by increased protein intake and by sodium bicarbonate ingestion. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 39, 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.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. F.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional de plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Potafós, 1997. 308p

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.

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

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.

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.; FRANCO, J. R. G.; SAKAMOTO, M. I. Níveis de sódio para poedeiras comerciais no primeiro e segundo ciclos de produção. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, p.1674-1680, 2003.

MURAKAMI, A. E.; RONDON, E. O. O.; MARTINS, E. N.; PEREIRA, M. S.; SCAPINELLO, C. Sodium and chloride requirements of growing broiler chickens (twenty-one to forty-two days of age) fed corn–soybean diets. **Poultry Science**, Cary, v. 80, p. 289–294.

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.

NOBAKHT, A.; SHIVAZAD, M.; CHAMANY, M.; SAFAMEHER, A. R. The Effects of Dietary Electrolyte Balance on Performance of Laying Hens Exposed to Heat - Stress Environment in Late Laying Period. **International Journal of Poultry Science**, Cary, v. 5, n. 10, p. 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**, v.6, p. 543-546, 2007.

NRC. National Research Council. **Nutrient requirements of poultry**. 9th ed. Washington (DC): National Academy Press; 1994. 155p.

OLIVEIRA, C. F. S.; COSTA, F. G. P.; SILVA, J. H. V.; GOULART, C. C.; SARAIVA, E. P.; GIVISIEZ, P. E. N.; LOBATO, G. B. V.; BEZERRA, R. M. Electrolyte balance in diets with reduced protein for semi-weighted laying hens in the second production cycle. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 41, n. 7, p. 1671-1675, 2012.

PERECIN, D.; CARGNELUTTI FILHO, A. Efeitos por comparações e por experimento em interações de experimentos fatoriais. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 32, n. 1, p. 68-72, 2008.

PESTI, G. M.; CERVANTES, H.; BAKALLI, R. I.; BUFANO, K. W.; GARCIA, M. N. Studies on Semduramicin and Nutritional Responses: 3. Electrolyte Balance. **Poultry Science**, Cary, v. 78, p. 1552–1560, 1999.

ROBERTS, J. R. Factor affecting egg internal quality and eggshell quality in laying hens. **The Journal of Poultry Science**, Champaign, v. 41, n. 3, p. 161-177, 2004.

RIBEIRO, M. L. G.; SILVA, J. H. V.; ARAUJO, J. A.; MARTINS, T. D. D.; COSTA, F. G. P.; GIVISIEZ, P. E. N. Exigência de sódio para poedeiras no final do primeiro ciclo e durante o segundo ciclo de postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 7, p. 1257-1264, 2008.

RODRIGUES, E. A.; JUNQUEIRA, O. M.; VALÉRIO, M.; ANDREOTTI, M. O.; CANCHERINI, L. C.; FARIA, D. E.; FILARDI, R. S. Níveis de cálcio em rações de poedeiras comerciais no segundo ciclo de postura. *Acta Scientiarum*. **Animal Sciences**. Maringá, v. 27, p. 49-54, 2005.

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

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.

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.

SANCHEZ, W. K.; BEEDE, D K. Interrelationships of dietary Na, K, and Cl and cation-anion difference in lactation rations. In Proc. Florida Rum. Nutr. **Conference**. University of Florida, Gainesville, p 31. 1991.

SANTOS, M. S. V.; ESPÍNDOLA, G. B.; LÔBO, R. N. B.; FREITAS, E. R.; GUERRA, J. L. L.; SANTOS, A. B. E. Efeito da temperatura e estocagem em ovos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 29, n. 3, p. 513-517, 2009.

SGAVIOLI, S.; FILARDI, R. S.; PRAES, M. F. F. M.; DOMINGUES, C. H. F.; BOLELI, I. C. JUNQUEIRA, O. M., Manipulação da dieta associada a diferentes temperaturas para aves de postura em muda forçada. **Ars Veterinaria**, v. 29, n. 2, p. 109-117.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. Análise de alimentos. **Métodos químicos e biológicos**, v. 3, 1981.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM - SAS. **User's guide: statistics**. Cary: SAS Institute, 2012.

SCHERER, M. A.; GARCIA, E. A.; MOLINO, A. B.; BERTO, D.A.; FAITARONE, A. B. G.; PELÍCIA, K.; SILVA, A. P. Alterações morfológicas e produção de ovos de poedeiras comerciais submetidas a métodos alternativos de muda forçada. **Veterinaria e Zootecnia**, Viçosa, v.16, n. 4, p. 678-688, 2009.

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

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

TEETER, R. G.; SMITH, M. O. Chronic ambient temperature stress effects on broiler acid-base balance and their response to supplemental ammonium chloride, potassium chloride and potassium carbonate. **Poultry Science**, Cary, v. 65, p.1777-1781, 1985.

THORP, B. H.; DUCRO, B.; WHITEHEAD, C. C. Avian tibial dyschondroplasia: the interaction of genetic selection and dietary 1,25-dihydroxycholecalciferol. **Avian Pathology**, v. 22, p. 311-324, 1993.

USDA. UNITED States Departamento of Agriculture. **Egg grading manual**. Washington, 2000. Disponível em: <
<https://www.ams.usda.gov/publications/content/egg-grading-manual>>. Acesso em: 12 fev. 2016.

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**, Supl. 5, p. 55, 2000.

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.

WEBSTER, A. B. Physiology and behavior of the hen during induced molt. **Poultry Science**, Champaign, v. 82, p. 992–1002, 2003.

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**, v. 40, p.1111-1115, 1989.