

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA
CAMPUS DE ARAÇATUBA**

**USO ESTRATÉGICO DO EQUILÍBRIO
ELETROLÍTICO PARA MINIMIZAR OS EFEITOS DO
ESTRESSE TÉRMICO EM FRANGOS DE CORTE**

**Juliana Pereira Gamba
Médica Veterinária**

**Araçatuba – SP
2011**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”**

**FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA
CAMPUS DE ARAÇATUBA**

**USO ESTRATÉGICO DO EQUILÍBRIO
ELETROLÍTICO PARA MINIMIZAR OS EFEITOS DO
ESTRESSE TÉRMICO EM FRANGOS DE CORTE**

Juliana Pereira Gamba

Orientadora: Prof^a. Dra. Silvia Helena Venturoli Perri

Co-orientador: Prof. Adj. Manoel Garcia Neto

Dissertação apresentada à Faculdade de Medicina Veterinária – Unesp, Campus de Araçatuba, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Ciência Animal (Medicina Veterinária Preventiva e Produção Animal).

ARAÇATUBA – SP
2011

Catálogo na Publicação (CIP)

Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação – FOA / UNESP

G187u Gamba, Juliana Pereira.
 Uso estratégico do equilíbrio eletrolítico para
 minimizar os efeitos do estresse térmico em frangos
 de corte / Juliana Pereira Gamba. – Araçatuba :
 [s.n.], 2011
 92 f. : il. ; tab. + 1 CD-ROM

 Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual
 Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária
 Orientadora: Profa. Dra. Sílvia Helena Venturoli Perri
 Coorientador: Prof. Dr. Manoel Garcia Neto

 1. Balanço eletrolítico 2. Relação eletrolítica
 3. Temperatura 4. Desempenho 5. Mortalidade
 6. Frango de corte

CDD 636.5

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: Uso estratégico do equilíbrio eletrolítico para minimizar os
efeitos do estresse térmico em frangos de corte.

AUTOR: JULIANA PEREIRA GAMBÁ

ORIENTADOR: Dr. MANOEL GARCIA NETO (Co-orientador)

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE em CIÊNCIA ANIMAL
(MEDICINA VETERINÁRIA PREVENTIVA E PRODUÇÃO ANIMAL) pela Comissão Examinadora


Dr. ANTONIO CARLOS DE LAURENTIZ


Dr. GUILHERME DE PAULA NOGUEIRA


Dr. MANOEL GARCIA NETO

DATA DA REALIZAÇÃO: 09 de junho de 2011


Presidente da Comissão Examinadora
Dr. MANOEL GARCIA JUNIOR
Co-Orientador

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

JULIANA PEREIRA GAMBA - nascida em 16 de agosto de 1986 no município de Birigui – SP. Coursou o ensino fundamental e o ensino médio no Colégio THATHI-COC no município de Araçatuba – SP. Ingressou no curso de Medicina Veterinária na Universidade Estadual Paulista – Campus Araçatuba – SP em 2004 e formou-se no ano de 2008. Durante a graduação foi aluna de iniciação científica, com bolsa FAPESP. Iniciou em 2009, como aluna especial, e em 2010, como aluna regular do curso de mestrado em Ciência Animal na Faculdade de Medicina Veterinária UNESP Campus Araçatuba, na área de Medicina Veterinária Preventiva e Produção Animal.

“Mas aquele que perseverar até o fim, vencerá.”
(Mateus 24.13)

Dedico...

*À Deus, por ter me dado a graça de alcançar
meus sonhos com respeito, humildade e dignidade.*

AGRADECIMENTOS

À minha mãe que me ensinou que o bem e a perseverança são nossos melhores companheiros;

Aos professores Sílvia e Manoel por me aceitarem como orientada e co-orientada e doarem seus conhecimentos, e pela oportunidade de aprendizado e crescimento;

Aos professores Max, Marcos Franke, Mário Jefferson e Eliza pela dedicação e auxílio nas diversas fases do experimento;

Aos funcionários Adão, Carlos, Pedro e Alexandre pela colaboração e apoio técnico na execução deste experimento;

Às amigas, Camila Angélica, Mayara Maia e Wanderléia pela ajuda e pelos momentos de descontração e amizade;

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo pelo apoio financeiro para a realização da pesquisa;

À CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior) pela bolsa de mestrado cedida;

Enfim, a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a execução desta dissertação;

Deus abençoe a todos e lhes cubram de graças.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	
SUMARY	
CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS	
1. Introdução.....	13
2. Hipótese	14
3. Objetivo	14
4. Revisão de literatura.....	15
4.1. Estresse térmico em aves	15
4.2. Equilíbrio eletrolítico.....	19
4.2.1. Eletrólitos.....	19
4.2.2. Balanço eletrolítico	21
4.2.3. Relação eletrolítica.....	24
4.3. Parâmetros sanguíneos	24
5. Referências bibliográficas	26
CAPÍTULO 2 – USO ESTRATÉGICO DO EQUILÍBRIO ELETROLÍTICO NO DESEMPENHO DE FRANGOS DE CORTE	
Resumo	
1. Introdução.....	34
2. Material e métodos	36
3. Resultados e discussão	39
4. Conclusão.....	48
5. Referências.....	48

CAPÍTULO 3 – USO ESTRATÉGICO DO EQUILÍBRIO ELETROLÍTICO PARA MINIMIZAR OS EFEITOS DO ESTRESSE TÉRMICO EM FRANGOS DE CORTE

Resumo

1. Introdução	53
2. Material e métodos	55
2.1. Tratamentos e delineamento experimental.....	55
2.2. Condução do experimento	56
2.3. Desempenho das aves e mortalidade	60
2.4. Análise do teor de umidade das excretas	60
2.5. Parâmetros sanguíneos	60
2.6. Caracterização térmica do ambiente	61
3. Resultados e discussão	62
3.1. Controle da temperatura ambiente	62
3.2. Peso vivo, consumo de ração e conversão alimentar...62	
3.3. Mortalidade	65
3.4. Teor de umidade das excretas	69
3.5. Parâmetros sanguíneos.....	72
4. Conclusão.....	76
5. Referências	76

APÊNDICE

Apêndice A. Documento do parecer de ética na experimentação Animal	82
Apêndice B. Fotografias tiradas durante o desenvolvimento do experimento.....	83
Apêndice C. Tabelas de composição das rações experimentais...	88

USO ESTRATÉGICO DO EQUILÍBRIO ELETROLÍTICO PARA PREVENIR OS EFEITOS DO ESTRESSE TÉRMICO EM FRANGOS DE CORTE

RESUMO – O estresse calórico é o agente desencadeador de diversos distúrbios metabólicos em frangos de corte, entre eles o desequilíbrio ácido-base. Com a finalidade de evitar esses efeitos e melhorar o desempenho dos animais, faz-se necessário a utilização de níveis adequados de eletrólitos e, também, uma correta proporção entre esses na ração, obtendo assim uma formulação com um equilíbrio eletrolítico apropriado para os animais. Assim, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o desempenho e a mortalidade de frangos de corte submetidos a diferentes balanços ($\text{Na}^+ + \text{K}^+ - \text{Cl}^-$) e relações eletrolíticas $[(\text{K}^+ + \text{Cl}^-) / \text{Na}^+]$ na dieta em condições de termoneutralidade e sobre estresse térmico. Para tanto um primeiro experimento foi realizado com um total de 1575 pintos de corte machos de 1-21, em condições termoneutras, em que os tratamentos consistiam de cinco dietas decorrentes de combinações BE/RE (150/3, 250/2, 250/3, 250/4 e 350/3). Foram avaliados os parâmetros peso corporal, consumo de ração e conversão alimentar, os quais se apresentaram sensíveis aos níveis de suplementação de BE e RE, enquadrados numa análise de superfície que permitiu melhor avaliação dos crescentes níveis de BE e relação estreita e larga do RE. Os resultados indicaram que o melhor desempenho foi obtido somente com as combinações simultâneas de eletrólitos para BE entre 251 e 255mEq/kg e RE entre 2,73:1 e 3,5:1. Em um segundo experimento, foram utilizados os mesmos animais, porém de 21-46 dias de idade, distribuídos em arranjo fatorial 5x3, totalizando 15 tratamentos. Os tratamentos consistiram das mesmas cinco dietas com diferentes combinações entre BE e RE, associado com a aplicação do estresse por calor, no 25° ou 35° dia de idade. Foi possível verificar que a formulação estratégica do correto equilíbrio de eletrólitos melhora o desempenho e é capaz de evitar o efeito do estresse térmico em frangos de corte, considerando uma

dieta com BE de 250 mEq/kg e RE 3 para um melhor desempenho e uma dieta com BE de 350 mEq/kg e RE 3 visando a sobrevivência dos animais.

Palavras-chave: Balanço eletrolítico; relação eletrolítica; temperatura; umidade; desempenho, mortalidade.

STRATEGIC USE OF ELECTROLYTE BALANCE TO PREVENT THE EFFECTS OF HEAT STRESS IN BROILERS

SUMMARY – The heat stress is the causative agent of several metabolic disorders in broiler chickens, including the acid-base imbalance. In order to avoid these effects and improve animal performance, it is necessary to use adequate levels of electrolytes and also a correct proportion of these in the diet, thereby obtaining a formulation with an appropriate electrolyte balance for the animals. Thus, this study aimed to evaluate the performance and mortality of broilers submitted to different balances ($\text{Na}^+\text{+K}^-\text{Cl}^-$) and relations electrolyte $[(\text{K}^+\text{+Cl}^-)/\text{Na}^+]$ in the diet at thermoneutrality and on thermal stress. Therefore, a first experiment was conducted with a total of 1575 male broiler chicks of 1-21 in thermoneutral conditions, in which treatments consisted of five diets resulting from combinations BE/RE (150/3, 250/2, 250/3, 250/4 and 350/3). The parameters evaluated were body weight, feed intake and feed conversion, which were susceptible to dietary supplementation of BE and RE, embedded in a surface analysis which allowed a better assessment of rising levels of BE and close and wide-RE. The results indicated that the best performance was obtained only with simultaneous combinations of electrolytes to between 251 and 255mEq/kg BE and RE and between 3,5:1-2,73:1. In a second experiment, we used the same animals, but in 21-46 days of age in a factorial arrangement 5x3, totaling 15 treatments. The treatments were the same five diets with different combinations of BE and RE, together with the application of heat stress on the 25th or 35th day of age. It was possible to verify that the correct formulation of the strategic balance of electrolytes improves performance and is able to avoid the effect of heat stress in broilers, whereas a diet with BE of 250 mEq/kg and RE 3 for better performance and a diet with BE of 350 mEq/kg and 3 RE aimed at survival of animals.

Key-words: Electrolyte ratio, temperature, humidity; performance, mortality.

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

1. INTRODUÇÃO

A evolução da genética, da nutrição, no manejo e na ambiência das granjas avícolas resultou em um frango de corte precoce e de grande eficiência na conversão de alimento em proteína de alta qualidade.

Apesar disso, uma série de problemas metabólicos e de manejo tem surgido, destacando-se entre eles o estresse calórico. A susceptibilidade das aves ao estresse calórico aumenta à medida que o binômio umidade relativa e temperatura ambiente ultrapassam a zona de conforto térmico, dificultando assim a dissipação de calor, incrementando conseqüentemente a temperatura corporal da ave, com efeito negativo sobre o desempenho.

A queda de desempenho dos frangos de corte em função de temperaturas elevadas é de grande interesse de estudo em regiões quentes, especialmente se os frangos são criados em altas densidades e o sistema de ventilação e nebulização é ineficiente.

Experimentalmente é difícil simular condições de clima quente e/ou de estresse calórico, pois o estresse é o resultado de combinações cíclicas de temperatura e umidade relativa.

Algumas técnicas de manejo podem ser usadas para minimizar as perdas econômicas por estresse calórico, podendo-se citar, entre outros, a utilização de ventiladores e nebulizadores, a observação de parâmetros técnicos básicos na construção das instalações, manipulação da proteína e energia da dieta, aclimatação dos animais, utilização de antitérmicos, ácido ascórbico, eletrólitos, manejo do arraçoamento e o manejo da água de bebida.

Uma das conseqüências do estresse é a quebra do equilíbrio ácido-base com o aparecimento da alcalose respiratória. Assim, um dos métodos usados para o controle do estresse calórico é a tentativa de manipulação química do equilíbrio ácido-base através de compostos como bicarbonato de sódio

(NaHCO₃), cloreto de potássio (KCl), cloreto de cálcio (CaCl₂) e cloreto de amônia (NH₄Cl) na água e/ou na ração.

Existem muitas controvérsias sobre os melhores métodos para se evitar as perdas causadas pelo calor em criações comerciais de frango de corte. Dentro deste contexto é necessário estudar os efeitos da adição de sais na ração das aves sobre a produtividade, propondo medidas práticas para se evitar as perdas causadas pelas temperaturas elevadas.

2. HIPÓTESE

As seguintes hipóteses foram testadas:

1. A formulação de rações, baseada nos conceitos de balanço eletrolítico e relação eletrolítica, corrige as distorções do equilíbrio ácido-básico sanguíneo, resultantes do estresse calórico, consideradas as exigências mínimas de potássio (K⁺), sódio (Na⁺) e cloro (Cl⁻).

2. O equilíbrio eletrolítico será obtido, apenas, quando o balanço e a relação eletrolítica forem considerados simultaneamente, em dietas destinadas a minimizar os efeitos do estresse térmico em frangos de corte.

3. OBJETIVO

O presente experimento teve como escopo avaliar o efeito de alterações no equilíbrio eletrolítico de dietas, com base em modificações no balanço (Na⁺+K⁺-Cl⁻) e na relação [(K⁺+Cl⁻)/Na⁺], sobre o desempenho de frangos de corte sujeitos a estresse térmico.

4. REVISÃO DE LITERATURA

4.1. Estresse térmico em aves

Nas criações de frangos de corte normalmente ocorrem agentes estressores, tais como doenças, vacinações, instalações inadequadas, ventilação deficiente, densidades populacionais elevadas e variações na temperatura e umidade. Estes agentes variam de local para local, em duração e intensidade, podendo ocorrer isoladamente e/ou concomitantemente.

Devido ao alto custo das instalações com ambiente controlado e/ou equipamentos que minimizem as temperaturas internas dos aviários, a avicultura brasileira tem experimentado grandes perdas econômicas causadas pelo estresse calórico e flutuações de temperatura, traduzindo em elevada mortalidade e conversão alimentar ruim, embora a influência direta da temperatura não sejam bem quantificados pelas empresas de exploração avícola. Porém, pouco se sabe sobre qual temperatura deve ser considerada estressante para as aves em suas diferentes fases de criação nas diferentes regiões avícolas do país. O aumento da temperatura corporal, em função da exposição à temperaturas acima da zona de conforto térmico, exerce um impacto negativo sobre o desempenho do animal, afetando a eficiência alimentar, consumo de alimento, taxa de crescimento e sobrevivência (FRANCIS et al., 1991; MACARI et al., 1994; RUTZ, 1994; TINÔCO, 1995).

A partir da segunda semana de vida das aves, o ambiente é considerado ideal quando a temperatura está entre 20 a 25°C (TEETER, 1989; LEENSTRA; CAHANER, 1991; TINÔCO, 1995) e umidade relativa de 50 a 70% (TINÔCO, 1995). A zona de conforto térmico é definida como uma faixa de temperatura na qual a homeotermia é mantida principalmente a expensas de compensações físicas com o mínimo de gasto energético (MACARI et al., 1994).

A redução no ganho de peso de frangos de corte criados em temperaturas elevadas tem sido conseqüência ao menor consumo de alimento (SMITH; TEETER, 1987; SUK; WASHBURN, 1995). Atualmente, os efeitos

prejudiciais no desempenho de aves durante o estresse pelo calor têm merecido atenção especial de fisiologistas e nutricionistas.

A temperatura corporal das aves é regulada através de mecanismos fisiológicos e respostas comportamentais. Na interação entre o ambiente e o frango de corte, a percepção dos estímulos pelos termorreceptores periféricos e unidades termossensíveis no Sistema Nervoso Central e sua integração induz a ativação de mecanismos controladores, e a participação dos sistemas efetores induzem respostas para a manutenção da homeostase orgânica. Para a manutenção da homeostase térmica, os mecanismos de termorregulação são ativados quando da exposição ao frio ou calor. A perda de calor sensível pela radiação, condução e convecção é importante em temperaturas baixas e depende da diferença do gradiente de temperatura entre a pele do animal e o ambiente. Por sua vez, a perda de calor latente pela evaporação é mais importante em temperaturas elevadas e ocorre principalmente pela respiração, podendo ser limitada pela umidade relativa do ar. Assim, o termo-balanço em frangos de corte é determinado pelo somatório da produção de calor e pela dissipação por processos evaporativos ou não (MACARI et al., 1994).

Animais submetidos à temperatura e umidade relativa elevadas apresentam como resposta um aumento na taxa respiratória (RAUP; BOTTJE, 1990), levando a uma redução no gás carbônico do sangue (BOTTJE; HARRISON, 1985; TEETER et al., 1985; FURLAN, 1992). A queda no CO_2 resulta em uma alteração no balanço ácido-base denominada alcalose respiratória (FURLAN, 1992). A alcalose respiratória é um processo anormal, resultando deste aumento da ventilação alveolar de modo desproporcional a produção endógena de CO_2 , assim, a pressão parcial de CO_2 diminuída leva à queda na concentração de ácido carbônico (H_2CO_3) e hidrogênio (H^+). Há então, um aumento na excreção de bicarbonato (HCO_3^-) e uma redução na excreção de H^+ pelos rins para manter o equilíbrio ácido-base do animal (BOTTJE; HARRISON, 1985; TEETER et al., 1985; MACARI et al., 1994).

O termo estresse calórico é geralmente usado para definir a resposta das aves ao calor ambiental, onde uma resposta fisiológica anormal é

observada. Leeson (1986), concluiu que a taxa respiratória é influenciada pela temperatura da água quando as aves são submetidas a temperaturas elevadas (40°C), ou seja, aves bebendo água fria (14°C) diminuem a taxa respiratória de 130 para 40 respirações por minuto, e animais consumindo água quente (40°C) aumentam esta taxa de 130 para 180 respirações por minuto. Admite-se que para cada grama de água evaporada, via respiração, a ave perde 550 cal (MACARI et al., 1994).

Entre as respostas compensatórias das aves quando expostas a temperaturas elevadas inclui-se a vasodilatação periférica, resultando em aumento na perda de calor não evaporativo (BOTTJE et al., 1983; DARRE; HARRISON, 1987). Assim, na tentativa de aumentar a dissipação de calor, a ave consegue aumentar a área superficial, mantendo as asas afastadas do corpo, eriça as penas e promove aumento da circulação periférica. A perda de calor não evaporativo pode também aumentar devido à maior produção urina, se esta perda de água for compensada pelo aumento no consumo de água fria (TEETER et al., 1987; BELAY; TEETER, 1993).

O pH normal do sangue das aves varia, sob condições fisiológicas, na faixa de 7,2 a 7,3 (TEETER et al., 1985). Pesquisas recentes dão grande relevância ao equilíbrio ácido-base. Para que os processos orgânicos vitais possam transcorrer normalmente, é de fundamental importância que o pH dos líquidos orgânicos mantenha-se dentro de limites muito estreitos. Uma variação no equilíbrio ácido-base do sangue pode diminuir a eficiência no metabolismo do animal, resultando numa redução de produtividade (MONGIN, 1981; AIT-BOULAHSEN et al., 1995). Porém, o estresse calórico além de espoliar grande quantidade de ácido orgânico (CO₂) pode alterar o equilíbrio eletrolítico (FISCHER DA SILVA et al., 1994).

As perdas econômicas relacionadas com a debilidade das aves ao intenso calor são significativas, pois geralmente ocorrem quando os frangos estão prontos para o abate (REECE et al., 1972). Produtores relatam que os frangos machos tendem a ser mais susceptíveis ao estresse térmico do que as fêmeas, concordando com Cahaner e Leenstra (1992), quando mostraram

redução no consumo de ração, ganho de peso e pior conversão alimentar nestas aves. Os efeitos mais pronunciados de altas temperaturas sobre machos é resultado do seu maior peso corporal ou pelos fatores específicos do sexo, tais como, composição corporal e eficiência alimentar, porém, não estando totalmente esclarecido. Em experimento com diferentes linhagens, Cahaner e Leenstra (1992) observaram que há uma redução no peso corporal e eficiência alimentar devido a altas temperaturas a medida que aumenta a idade da ave. Esta redução no crescimento foi maior em grupos com alta taxa de crescimento. As fêmeas, que apresentaram menor taxa de crescimento e maior capacidade de armazenar gordura, foram menos afetadas pelas altas temperaturas.

Com o passar da idade a ave melhora a capacidade de regular a temperatura corporal em relação à ambiental. Frangos criados em temperaturas acima da zona de conforto (31,8°C) apresentam temperaturas retais maiores do que aqueles criados na termoneutralidade (RESENDE et al., 1986). A temperatura retal é um bom indicador de estresse calórico, sugerindo o uso da temperatura corporal como uma medida da aclimação das aves, posto que a temperatura retal atinja o equilíbrio mais lentamente do que muitos outros pontos internos, porém, é importante que o termômetro seja introduzido a uma profundidade constante (MAY et al., 1987).

Normalmente quando a temperatura corporal atinge de 44,5°C a 47°C o animal morre (AIT-BOULAHSEN et al., 1989; RUTZ, 1994). O potencial de termorregulação para reagir ao frio é bem mais desenvolvido do que para reagir ao calor. Provavelmente esta melhor resposta se deve ao fato das aves utilizarem, além dos mecanismos comportamentais e físicos, os mecanismos químicos (BAIÃO, 1995).

4.2. Equilíbrio eletrolítico

4.2.1. Eletrólitos

Eletrólito pode ser definido como uma substância química, que se dissocia nos seus constituintes iônicos, tendo como função fisiológica principal a manutenção do equilíbrio ácido-base corporal. O Na^+ , o K^+ e o Cl^- são íons fundamentais na manutenção da pressão osmótica e equilíbrio ácido-base dos líquidos corporais. Assim, os efeitos do balanço iônico da dieta no desempenho de frangos de corte podem estar relacionados com as variações no equilíbrio ácido-base (MONGIN, 1981).

O K^+ é o principal cátion do fluido intracelular, enquanto que o Na^+ e o Cl^- são os principais íons do fluido extracelular. A osmorregulação é conseguida pela homeostasia destes íons intra e extracelular. Em condições ótimas, os conteúdos de água e eletrólitos são mantidos dentro de limites estreitos. Mas a perda de eletrólitos (Na^+ ou K^+), sem alteração no conteúdo de água do corpo, reduz a osmolalidade destes fluidos.

O K^+ está envolvido em muitos processos metabólicos, incluindo o antagonismo arginina-lisina, condução nervosa, excitação, contração muscular, síntese de proteínas teciduais, manutenção da homeostasia intracelular, reações enzimáticas, balanço osmótico e equilíbrio ácido-base.

Conseqüentemente, mudanças na homeostase de K^+ podem afetar as funções celulares. Estudos com desidratação térmica, seguida de re-hidratação em humanos, demonstraram que o grau de déficit de água no fluido intracelular foi associada à perda de K^+ intracelular e o déficit de fluido extracelular foi ligada a perda de Na^+ plasmático. O grau de re-hidratação intracelular foi determinado pela restauração do K^+ (NOSE et al., 1988).

Os níveis de Na^+ , K^+ e Cl^- do plasma são afetados pelo estresse calórico. A concentração de K^+ e Na^+ diminui à medida que a temperatura

aumenta (BORGES, 1997), enquanto que o Cl^- aumenta (BELAY; TEETER, 1993).

O aumento no Cl^- deprime a excreção de H^+ e a reabsorção de HCO_3^- pelos rins. Isto poderia contribuir com uma acidificação do sangue, e esta parece ser uma resposta apropriada à alcalose. Entretanto, há que se considerar o tempo de estresse já que, Salvador et al., (1999) observaram redução nos níveis séricos de Cl^- quando submeteram frangos de corte à estresse crônico durante uma semana (42 a 49 dias de idade).

Os níveis séricos de K^+ também são influenciados pelo calor. A excreção de K^+ é influenciada por fatores hormonais (aldosterona, hormônio antidiurético e deoxicorticosterona), equilíbrio ácido-base e balanço de cátions. A taxa de excreção de K^+ pela urina é variável, estando ligada à concentração plasmática de Na^+ e ao estado de hidratação da ave, sendo que as perdas podem ser causadas por um aumento no consumo de água, já que o gradiente osmótico favorece o movimento de água do fluido intracelular para urina, podendo carrear o K^+ . O aumento na ingestão de K^+ resulta em maior perda urinária, sendo que a ave tem pouca capacidade de conservar o K^+ corporal. O nível sérico de K^+ diminui durante o estresse (BORGES, 1997; SALVADOR et al., 1999). A diminuição dos níveis plasmáticos de K^+ é atribuído a um aumento na excreção deste íon durante o estresse crônico e um aumento do K^+ intracelular comumente encontrado durante o estresse agudo. Em humanos, a hipercalemia pode resultar em acidose metabólica, tanto pela redução da excreção de amônia como pela limitação da reabsorção de carbonato pelos rins (AIT-BOULAHSEN et al., 1995).

4.2.2. Balanço eletrolítico

O meio ambiente e a dieta influenciam o equilíbrio ácido-base. Inúmeros relatos apontam para os efeitos do balanço eletrolítico da dieta sobre o desempenho produtivo das aves. A manutenção deste equilíbrio pode ser uma medida importante para melhorar o desempenho de frangos criados sob altas temperaturas e superar os efeitos danosos da alcalose respiratória decorrente do estresse calórico.

Dietas formuladas com altos teores de Cl^- (NH_4Cl , HCl , NaCl e CaCl_2) diminuem o pH sangüíneo em frangos, prejudicando o seu crescimento em condições de termoneutralidade. Porém, o consumo de ácidos ou bases, ambiente, suas interações e implicações sobre o desempenho dos animais, ainda não estão bem definidas (AUSTIC; KESHAVARZ, 1984).

O estresse calórico, além de espoliar grande quantidade de ácido orgânico, pode estar associado às perdas de eletrólitos através das membranas celulares (FISCHER DA SILVA et al., 1994). A prevenção do desequilíbrio eletrolítico pode ser obtida pela incorporação de cátions e ânions na dieta, sendo usualmente expressos em mEq/kg (MONGIN, 1981). Entretanto, a disponibilidade dos eletrólitos pode ser influenciada pela regulação homeostática intestinal e renal, pela maior absorção de íons monovalentes.

Alguns autores descreveram equações para explicar a relação entre cátions e ânions e o equilíbrio ácido-base. Para Melliere e Forbes (1966) citado por Borges (1997) esta interrelação pode ser descrita pela equação:

$$\text{Nível relativo} = \frac{\text{mEq cátions}}{\text{mEq ânions}} = \frac{\text{Ca} + \text{Mg} + \text{Na} + \text{K}}{\text{PO}_4 + \text{Cl} + \text{SO}_4}$$

Entretanto, os íons essenciais à manutenção do equilíbrio ácido-base são: Na^+ , K^+ e Cl^- . Além das aves os exigirem em quantidades mínimas em sua alimentação, para satisfazer suas necessidades nutricionais, é fundamental que a diferença e relação entre eles seja ideal para manter a homeostase ácido-base e obter o máximo desempenho das aves (MONGIN, 1981). Para

manter o equilíbrio ácido-base, a ave deve regular a ingestão e a excreção de ácidos. Existem diferenças na ingestão e excreção de ânions e cátions da dieta. Porém, os ácidos produzidos no metabolismo ($H^+_{\text{endógeno}}$) também contribuem para o balanço ácido-base. Nas situações em que o animal se encontra em balanço ácido-base constante, sem excesso ou deficiência de ácido ou base, pode ser descrita a equação:

$$(\hat{\text{Anions}} - \hat{\text{Cátions}})_{\text{ingeridos}} + H^+_{\text{endógeno}} = (\hat{\text{Anions}} - \hat{\text{Cátions}})_{\text{excretados}}$$

De acordo com MONGIN (1981) o resultado do poder ácido da ingestão de $Na^+ + K^+ - Cl^-$, é igual a diferença de cátions e ânions excretados, mais a produção de ácido endógeno e bases em excesso (Beecf) ou reservas alcalinas. A ingestão ótima de eletrólitos, em termos de equilíbrio ácido-base, pode minimizar a presença de Beecf, tendendo a zero. O requerimento ótimo de balanço de eletrólitos foi definido em termos de mEq ($Na^+ + K^+ - Cl^-$)/kg de ração em torno de 250 mEq/kg.

$$(\hat{\text{Anions}} - \hat{\text{Cátions}})_{\text{ingeridos}} = (\hat{\text{Anions}} - \hat{\text{Cátions}})_{\text{excretados}} + H^+_{\text{endógeno}} + \text{Beecf}$$

ou

$$(Na^+ + K^+ - Cl^-)_{\text{ingeridos}} = (\hat{\text{Anions}} - \hat{\text{Cátions}})_{\text{excretados}} + H^+_{\text{endógeno}} + \text{Beecf}$$

$$\text{mEq Na} + \text{mEq K} - \text{mEq Cl} = 250$$

Sendo que: $\text{mEq/kg ração} = \frac{\text{mg/kg}}{\text{Peso atômico}}$

Peso atômico

Exemplo: $0,35\%Na \times 10000 / 23 = 152 \text{ mEq Na}$

$0,68\%K \times 10000 / 39,1 = 174 \text{ mEq K}$

$0,30\%Cl \times 10000 / 35,5 = 84 \text{ mEq Cl}$

$152 + 174 - 84 = 242 \text{ mEq/kg de ração}$

Johson e Karunajeewa (1985) concluíram que um balanço de eletrólitos na dieta menor que 180 mEq/kg e maior que 300 mEq/kg deprimiram o peso das aves, quando avaliado aos 42 dias de idade. Um ótimo balanço eletrolítico foi encontrado para rações contendo de 250 a 300 mEq/kg. Do mesmo modo, Hulan et al.. (1987), pesquisando o efeito de rações contendo $\text{Na}^+ + \text{K}^+ - \text{Cl}^-$ em diferentes concentrações e ainda variando o nível de cálcio, constataram que o pior e o melhor ganho de peso foram obtidos quando o “número de MONGIN” ($\text{Na}^+ + \text{K}^+ - \text{Cl}^-$) foi de 174 e 215 mEq/kg, com 1,38 e 0,95% de Ca^+ , respectivamente.

A fonte protéica utilizada na ração pode afetar o equilíbrio eletrolítico e ácido-base, pois certas fontes, principalmente as de origem animal, aumentam a produção de ácidos orgânicos e reduzem a contribuição de Na^+ e K^+ , aumentando a quantidade relativa de Cl^- (PORTSMOUTH, 1984). O fornecimento de rações basicamente constituídas por farelo de soja, que contém baixos teores de Na^+ e altos em K^+ , demonstrou uma resposta significativa no desenvolvimento de frangos de corte, suplementados com 0,5 e 1,0% de NaCl (MARCH, 1984).

Borges (2001) concluiu que a resposta ao balanço eletrolítico da dieta depende da temperatura ambiente. A ingestão de água está na dependência direta da idade da ave e do balanço ($\text{Na}^+ + \text{K}^+ - \text{Cl}^-$) na ração, sendo que o aumento na ingestão de água provocado pela variação do balanço ($\text{Na}^+ + \text{K}^+ - \text{Cl}^-$) afeta diretamente a umidade da cama e reduz a temperatura retal nas aves. O balanço eletrolítico da dieta interfere no desempenho das aves, sendo que o valor ideal variou de 186 a 250 mEq/kg. Balanço eletrolítico elevado (340 e 360 mEq/kg) pode resultar em alcalose metabólica. Em estresse calórico a ave retém mais eletrólitos (Na^+ , K^+ e Cl^-) na tentativa de manter o equilíbrio ácido base. A quantidade de eletrólitos excretados via urina depende da concentração destes na ração e da temperatura ambiente.

4.2.3. Relação eletrolítica

Mongin (1981) estudou os fundamentos do equilíbrio cátion-ânion para suínos e aves. Segundo ele o animal regula o balanço ácido-básico pela alteração da acidez líquida ingerida e a excreção. Mongin (1981) determinou que devesse ser utilizado simultaneamente para frangos de corte, um balanço eletrolítico de 250 mEq/kg e a relação eletrolítica $[(K^+ + Cl^-)/Na^+]$ deve ser maior que 1.

Os relatos, na literatura, tratando da relação eletrolítica $[(K^+ + Cl^-)/Na^+]$ são raros (AHMAD; SARWAR, 2006), apesar de o conceito ter sido proposto desde 1981 (MONGIN, 1981), possivelmente pelas limitações da utilização dessa estratégia nutricional na planilha de cálculo para formulação. Entretanto, com o uso da ferramenta Solver da planilha Excel da Microsoft[®] é possível introduzir na formulação da ração as equações matemáticas necessárias para viabilizar tanto o balanço como a relação eletrolítica (RE) de uma dieta (GARCIA NETO, 2011), respeitando às recomendações mínimas nutricionais das Tabelas Brasileiras de 2005 (ROSTAGNO et al., 2005). Cabe a ressalva que o conteúdo de K^+ , de Na^+ e de Cl^- dos alimentos já está incluso nas referidas tabelas (composição química dos alimentos), com o propósito de facilitar o cálculo do balanço eletrolítico das rações para aves e suínos.

Assim, além de definir um valor apropriado para o BE, é imprescindível, também, ajustar a relação eletrolítica entre os elementos K^+ , Na^+ e Cl^- , obtendo-se uma formulação com balanço nutricional apropriado para frangos de corte, mas sem desencadear os transtornos metabólicos inerentes a essa criação, especialmente em condições de estresse calórico (BORGATTI et al., 2004).

4.3. Parâmetros sanguíneos

O uso da hematologia como ferramenta para diagnosticar doenças e detectar alterações fisiológicas tem aumentado na avicultura. Isso está diretamente relacionado com o surgimento de novas técnicas, novas doenças e principalmente com a necessidade de se ter uma resposta precisa sobre a

enfermidade que acomete os plantéis avícolas. Todavia um longo caminho deve ainda ser percorrido para torná-la de uso cotidiano, visto que as interrelações existentes, entre ave e ambiente e suas conseqüências sobre parâmetros fisiológicos, não estão bem esclarecidos.

A manutenção do pH constante é de vital importância para o animal, já que pequenas quantidades de ácidos ou bases fortes livres podem levar o pH a limites incompatíveis com a vida. A alteração no pH pode provocar distúrbios no metabolismo, na permeabilidade de membrana, na forma molecular da proteína, no balanço eletrolítico, entre outros. No entanto, sua constância é mantida pelos sistemas tampões. Os principais sistemas tampões do sangue são o bicarbonato/dióxido de carbono, a hemoglobina, as proteínas plasmáticas e os fosfatos (MACARI et al., 1994).

O sistema cardiovascular é particularmente sensível a mudanças de temperatura e se constitui em um importante indicador das respostas fisiológicas da ave a agentes estressores. Alterações quantitativas e morfológicas nas células sanguíneas podem estar associadas ao estresse calórico, traduzidas por diminuição nos valores do hematócrito, leucócitos circulantes, conteúdo de eritrócitos, teor de hemoglobina no eritrócito e níveis de eosinófilos (WILSON, 1971). Valores hematológicos normais para aves são relacionados por Zinkl (1986).

Temperaturas elevadas provocam hemodiluição, permitindo a perda de água evaporativa sem comprometer o volume plasmático, sendo que a maior parte da água perdida está no compartimento extracelular (DARRE; HARRISON, 1987; ARAD et al., 1989). Alterações celulares são observadas quando há variação do volume sanguíneo (SWENSON, 1988).

Os frangos machos têm contagem de hemácias, hemoglobina e hematócrito maior e, menor contagem de leucócitos que frangas. Isso sugere que frangos machos são mais afetados quando submetidos à estresse (GARCIA et al., 1992; MAXWELL et al., 1990^a). MacFarlane et al. (1989) observaram que no estresse calórico ocorreu um aumento nos valores do hematócrito, podendo ser justificado por um aumento no número de hemácias

(MAXWELL et al., 1990^a). Contradizendo estes resultados, vários autores afirmaram que o estresse térmico provoca uma redução no valor do hematócrito (RAUP; BOTTJE, 1990; DEYHIM; TEETER, 1991; FURLAN, 1992), hemoglobina e eritrócitos em frangos de corte (FURLAN, 1992).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHMAD, T.; SARWAR, M. Dietary electrolyte balance: implications in heat stressed broilers. **World's Poultry Science Journal**, v. 62, n.4, p. 638-653, 2006.

AIT-BOULAHSEN, A., GARLICH, J.D., EDENS, F.W. Effect of fasting and acute heat stress on body temperature, blood acid-base and electrolyte status in chickens. **Comparative Biochemistry Physiology**, Oxford, v.94a, n.4, p.683-687, 1989.

AIT-BOULAHSEN, A., GARLICH, J.D., EDENS, F.W. Potassium chloride improves the thermotolerance of chickens exposede to acute heat stress. **Poult. Sci.**, v.74, p.75-87, 1995.

ARAD, Z. et al.. Osmoregulation and body fluid compartmentalization in dehydrated heat-exposed pigeons. **American Journal Physiology**, Bethesda, v.257, p.377-82, 1989.

AUSTIC, R.E., KESHAVARZ, K. **Dietary electrolytes and eggshell quality**. In: CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURERS, 1984, Syracuse. Proceedings... Syracuse, p.63-69, 1984.

BAIÃO, N.C. Aspectos técnicos nas construções avícolas. In: SIMPÓSIO GOIANO DE AVICULTURA, 1, 1985, Goiânia. **Anais...** Goiânia: UFG, 56p. 1995.

BELAY, T., TEETER, R.G. Broiler water balance and thermobalance during thermoneutral and high ambient temperature exposure. **Poult. Sci.**, v.72, p. 116-124, 1993.

BORGATTI, L.M.O.; ALBUQUERQUE, R.; MEISTER, N.C. et al.. 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 interrelação com o equilíbrio ácido-base em frangos de corte submetidos a estresse calórico**. Jaboticabal. Tese (Doutorado em Zootecnia)-Curso de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, 97p. 2001.

BORGES, S.A. **Suplementação de cloreto de potássio e bicarbonato de sódio para frangos de corte durante o verão**. Dissertação de mestrado. UNESP-Jaboticabal, 84p. 1997.

BOTTJE, W.G. et al.. Effect of an acute heat stress on blood flow in the coeliac artery of Hubbard cockerels. **Poult. Sci.**, Champaign, v.62, p.1386-7, 1983. (Abstracts).

BOTTJE, W.G., HARRISON, P.C. Effects of carbonated water on growth performance of cockerels subjected to constant and cyclic heat stress temperature. **Poult. Sci.**, v.64, p.1285-1292, 1985.

CAHANER, A., LEENSTRA, F. Effects of high temperature on growth and efficiency of male and female broilers from lines selected for high weight gain, favorable feed conversion, and high or low fat content. **Poult. Sci.**, Champaign, v.71, p.1237-1250, 1992.

DARRE, M.J., HARRISON, P.C. Heat rate, blood pressure, cardiac output and total peripheral resistance of single comb white leghorn hens during an acute

exposure to 35°C ambient temperature. **Poult. Sci.**, Champaign, v.66, p.541-7, 1987.

DEYHIM, F., TEETER, R.G. Research Note: Sodium and potassium chloride drinking water supplementation effects on acid-base balance and plasma corticosterone in broilers reared in thermoneutral and heat-distressed environments. **Poult. Sci.**, Champaign, v.70, p.2551-3, 1991.

FISCHER DA SILVA, A.V., FLEMMING, J.S., FRANCO, S.G. Utilização de diferentes sais na prevenção do estresse calórico de frangos de corte criados em clima quente. **Revista Setor de Ciências Agrárias**, v.13, p.287-92, 1994.

FRANCIS, C.A., MACLEOD, M.G., ANDERSON, J.E.M. Alleviation of acute heat stress by food withdrawal or darkness. **Bri. Poult. Sci.**, Abingdon, v.32, p.219-25, 1991.

FURLAN, R.L. **Efeitos do estresse hídrico, alimentar e térmico sobre parâmetros físicos e químicos do sangue de cinco linhagens comerciais de frangos de corte**. Jaboticabal: FCAV-UNESP, 1992, 95p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista. 1992.

GARCIA, J.A. et al.. La utilización del ayuno para proteger los pollos de ceba del stress por calor. **Revista Cubana de Ciencia Avícola**, Habana, p.14-19, 1992.

GARCIA NETO, M. **Programa Prático para Formulação de Rações / Frangos de Corte PFR / Tabelas brasileiras 2005**. Disponível em: <http://www.foa.unesp.br/downloads/categoria.asp?CatCod=4&SubCatCod=138>. Acesso em 05 mar 2011.

HULAN, H.W., SIMONS, P.C.M., VAN SCHAGEN, P.J.W. Effect of dietary cation-anion balance and calcium content on general performance and

incidence of leg abnormalities of broiler chickens. **Canadian Journal Animal Science**, v.67, p.165-177, 1987.

JOHNSON R.J.; KARUNAJEEWA, H. The Effects of Dietary Minerals and Electrolytes on the Growth and Physiology of the Young Chick. **J. Nutr.** v.115, p.1680-1690, 1985.

LEENSTRA, F., CAHANER, A. Genotype by environment interactions using fastgrowing, lean or fat broiler chickens, originating from the Netherlands and Israel, raised at normal or low temperature. **Poult. Sci.**, Champaign, v.70, p.2028-39, 1991.

LEESON, S. Nutritional considerations of poultry during heat stress. **Word's Poultry Science Journal**, London, v.42, p.69-81, 1986.

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

MARCH, B.E. Sodium chloride supplementation of all plant protein broiler diets. **Poult. Sci.**, v.63, p.703-705, 1984.

MAY, J.D., DEATON, J.W., BRANTON, S.L. Body temperature of acclimated broilers during exposure to high temperature. **Poult. Sci.**, Champaign, v.66, p.378-80, 1987.

MAXWELL, M.H. et al.. Comparison of hematological values in restricted and *ad libitum*- fed domestic fowls: red blood cell characteristics. **Bri. Poult. Sci.**, Abingdon, v.31, p.407-13, 1990a.

McFARLANE, J. M. et al.. Multiple concurrent stressors in chicks. 2. Effects on hematologic, body composition, and pathologic traits. **Poult. Sci.**, Champaign, v.68, p.510-21, 1989.

MELLIERE, A.L., FORBES, R.M. Effect of altering the dietary cation-anion ratio on food consumption and growth of young chicks. **J. Nutr.** v.90, p.310-314, 1966.

MONGIN, P. Recent advances in dietary anion-cation balance: application in poultry. **Proc. Nutr. Soc.**, v.40, p.285-294, 1981.

NOSE, H., MACK, G.W., SHI, X. et al.. Role of osmolality and plasma volume during dehydration in humans. **Journal Applied Physiology**, v.65, p. 325-331, 1988.

PORTSMOUTH, J. Changes needed in nutrient input data relating to leg problems in poultry. **Feedstuffs**, v.56, p.43-52, 1984.

RAUP, T.J., BOTTJE, W.G. Effect of carbonated water on arterial pH pCO₂ and plasma lactate in heat-stressed broilers. **Bri. Poult. Sci.**, Abingdon, v.31, p.377-84, 1990.

REECE, F.N., DEATON, J.W., KUBENA, L.F. Effects of high temperature and humidity on heat prostration of broiler chickens. **Poult. Sci.**, Champaign, v.51, p.2021-5, 1972.

RESENDE, J.A.A., ROSTAGNO, H.S., COSTA, P.M.A. et al.. Níveis e fontes de proteínas em rações de frangos de corte, submetidos a diferentes temperaturas ambiente. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.15, p.200-209, 1986.

ROSTAGNO, H.S. et al.. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 2.ed. Viçosa: UFV, Departamento de Zootecnia, 186p. 2005.

RUTZ, F. Aspectos fisiológicos que regulam o conforto térmico das aves. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1994, Santos. **Anais...** Campinas: FACTA, p.99-110, 1994.

SALVADOR, D., ARIKI, J., BORGES, S.A. et al.. Suplementação de bicarbonato de sódio na ração e na água de bebida de frangos de corte submetidos ao estresse calórico. **ARS Veterinária**, v.15, p.144-148, 1999.

SMITH, M.O., TEETER, R.G. Potassium balance of the 5 to 8-week-old broiler exposed to constant heat or cycling high temperature stress and the effects of supplemental potassium chloride on body weight gain and feed efficiency. **Poult. Sci.**, Champaign, v.66, p.487-492, 1987.

SUK, O.Y., WASHBURN, K.W. Effects of environment on growth, efficiency of feed utilization, carcass fatness, and their association. **Poult. Sci.**, Champaign, v.74, p.285-96, 1995.

SWENSON, M.J. Propriedades fisiológicas e constituintes celulares e químicos do sangue. In: SWENSON, M. J. (Ed). **Dukes, fisiologia dos animais domésticos**. 10. ed. Rio de Janeiro: Guanabara, p.13-34, 1988.

TEETER, R.G. et al.. Effects of feed intake and fasting duration upon body temperature and survival of thermostressed broilers. **Nutrition Reports International**, Stoneham, v.35, p.531-7 1987.

TEETER, R.G. Otimização da produtividade em frangos de corte durante o stress calórico. In: SIMPÓSIO TÉCNICO PLANALQUÍMICA, 1, 1989, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Planalquímica, p. 17-40, 1989.

TEETER, R.G.; SMITH, M.O.; OWENS, F.N. et al.. Chronic heat stress and respiratory alkalosis: occurrence and treatment in broiler chicks. **Poult. Sci.**, v.64, p.1060-1064, 1985.

TINÔCO, I.F. Estresse calórico - meios naturais de condicionamento. In: **Simpósio Internacional Sobre Ambiente E Instalação Na Avicultura Industrial**, 1995, Curitiba. **Anais...** Campinas: FACTA, p.99-108. 1995.

WILSON, W.O. Evaluation of stressor agents in domestic animals. **J. Anim. Sci.**, Champaign, v.32, p.578-83, 1971.

ZINKL, J.G. Avian hematology. In: JAIN, N. C., **Schalm's veterinary hematology**. 4. ed. Philadelphia: Lea & Febiger, p. 256-73, 1986.

CAPÍTULO 2 - USO ESTRATÉGICO DO EQUILÍBRIO ELETROLÍTICO NO DESEMPENHO DE FRANGOS DE CORTE

RESUMO – Os relatos de literatura sobre relação eletrolítica são raros, embora tenha sido proposto há décadas. Assim, a aplicação do equilíbrio eletrolítico, como estratégia nutricional na formulação de rações, ficou por muito tempo limitado, atendendo apenas as recomendações nutricionais mínimas de Na, K e Cl. Com isto, o objetivo deste estudo foi otimizar o desempenho de frangos de corte pela aplicação na plenitude do conceito de balanço e de relação eletrolítica, em rações de frangos de 1-21 dias. Um total de 1575 pintos machos de 1 dia de idade da linhagem Cobb, foram distribuídos aleatoriamente em cinco tratamentos com nove repetições de 35 aves cada. Os tratamentos consistiram de cinco dietas com diferentes balanços e relações eletrolíticas. Foram avaliados os parâmetros peso corporal, consumo de ração e conversão alimentar, os quais se apresentaram sensíveis aos níveis de suplementação de BE e RE, enquadrados numa análise de superfície que permitiu melhor avaliação dos crescentes níveis de BE (150-350 mEq/kg) e relação estreita e larga do RE (2-4). Os resultados deste experimento indicaram que o melhor desempenho foi obtido somente com as combinações simultâneas de eletrólitos para BE entre 251 e 255mEq/kg e RE entre 2,73:1 e 3,5:1.

Palavras-chave: Balanço eletrolítico; relação eletrolítica; exigências nutricionais, desempenho.

1. INTRODUÇÃO

Os eletrólitos essenciais à manutenção do equilíbrio ácido-base são o sódio (Na^+), o potássio (K^+) e o cloro (Cl^-). Além das aves os exigirem em quantidades mínimas em sua alimentação, para satisfazer suas necessidades nutricionais, é importante que a proporção entre eles sejam mantidas.

Segundo Mongin (1981) um animal, para manter a homeostase ácido-base em equilíbrio, necessitaria apresentar a ingestão dietética catiônica somada à produção endógena de ácidos (H^+), menos a diferença iônica excretada, igual a zero. Entre os fatores dessa equação (ingerido+endógeno-excretado), a que apresenta o mais fácil controle está relacionado à proporção de minerais da dieta, por ser aquela com relação direta com a concentração plasmática de bicarbonato (HCO_3^-) (MONGIN, 1977).

Os minerais K^+ , Na^+ e Cl^- , em particular, são escolhidos pela 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-base das aves, podendo prejudicar o seu desempenho por comprometer muitas funções metabólicas (JUDICE et al., 2002).

Recentemente, vários estudos têm sido direcionados ao desenvolvimento de expressões simplificadas de balanço eletrolítico, de forma a identificar os valores críticos e a relação mais apropriada entre eletrólitos, para utilização e aplicação no arraçamento de várias espécies (HAYDON; WEST, 1990; ROSS et al., 1994; WILDMAN et al., 2007). Em relação às aves, o balanço eletrolítico pode ser calculado segundo os níveis totais de Na^+ , K^+ e Cl^- dos ingredientes da ração, sendo expresso em mEq/kg da dieta (MONGIN, 1981).

Mongin (1981) adverte sobre a necessidade de se adequar uma ração não apenas ao BE, pela diferença ($\text{Na}^+ + \text{K}^+ - \text{Cl}^-$), mas, também, quanto à relação eletrolítica $[(\text{K}^+ + \text{Cl}^-) / \text{Na}^+]$. Portanto, para um adequado balanço

eletrolítico de uma dieta, não seria suficiente apenas o cálculo da diferença entre a concentração total de ânions e cátions, mas, ainda, a relação adequada entre K^+ , Na^+ e Cl^- (TALBOT, 1978). Além disso, Cohen et al. (1972) confirmaram que alterações nas relações Na^+/Cl^- podem ocasionar alcalose ou acidose metabólica, tendo sido relatado, ainda, que aves têm maior tolerância ao excesso de K^+ que ao de Na^+ (SAVEUR; MONGIN, 1978), sendo que o excesso desse mineral pode causar elevada excreção de fósforo, resultando em deficiência (HOOGE, 1995), e o excesso de ingestão de Na^+ e K^+ favorece uma alta umidade na cama de frangos (OLIVEIRA et al., 2003). O excesso de Cl^- na dieta diminui o pH sanguíneo das aves, a menos que o Cl^- seja balanceado por concentrações equivalentes de Na^+ ou K^+ (AUSTIC; KESHAVARZ, 1984).

Os relatos, na literatura, tratando da relação eletrolítica $[(K^++Cl^-)/Na^+]$, são raros (AHMAD; SARWAR, 2006), apesar de o conceito ter sido proposto desde 1981 (MONGIN, 1981), possivelmente pelas limitações da utilização dessa estratégia nutricional nos softwares de cálculo para formulação. Entretanto, com o uso da ferramenta Solver princípio não linear da planilha Excel da Microsoft® é possível introduzir na formulação da ração as equações matemáticas necessárias para viabilizar tanto o balanço como a relação eletrolítica (RE) de uma dieta (GARCIA NETO, 2011), respeitando às recomendações mínimas nutricionais preconizadas por Rostagno et al. (2005).

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 (NOBAKHT et al., 2006).

Deste modo é importante que a ração apresente um balanço eletrolítico adequado, todavia, ainda, persistem dúvidas sobre como adequar melhor uma dieta a esse novo conceito, se por diferença ($Na^++K^+-Cl^-$), relação $[(K^++Cl^-)/Na^+]$ ou por ambas (diferença e relação), além da definição dos valores mais apropriados segundo a fase de criação (BORGATTI et al., 2004).

Sendo assim, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o desempenho de frangos de corte submetidos a diferentes balanços e relações eletrolíticas, simultaneamente, na dieta, em condições favoráveis de ambiência para frangos de corte de 1 a 21 dias de idade.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado nos meses de março e abril de 2010, no Setor Experimental de Zootecnia da Faculdade de Medicina Veterinária da UNESP, Campus de Araçatuba. Os tratamentos foram constituídos por dietas com diferentes equilíbrios eletrolíticos, originados das combinações entre balanço eletrolítico ($\text{Na}^+ + \text{K}^+ - \text{Cl}^-$) e relação eletrolítica $[(\text{K}^+ + \text{Cl}^-) / \text{Na}^+]$, conforme esquema apresentado na Tabela 1.

Tabela 1- Esquema para distribuição do equilíbrio eletrolítico entre BE e RE

RE ¹	BE ²		
	150	250	350
2:1		X	
3:1	X	X	X
4:1		X	

¹ Relação Eletrolítica

² Balanço Eletrolítico (mEq/kg).

Foram utilizados 1575 pintos de corte, machos, de linhagem Cobb, no período de 1 a 21 dias de idade, e foi adotado o delineamento experimental inteiramente ao acaso, com cinco tratamentos e nove repetições, com 35 aves por parcela experimental.

Para alojar as aves foi utilizado um galpão de alvenaria (7,85 x 45,70m), com orientação Leste-Oeste, climatizado com sistema de resfriamento evaporativo adiabático com ventilação de pressão negativa, coberto com telhas especiais, constituídas de material isolante (poliestireno expandido) disposto

entre chapas metálicas refletivas. Em seu interior, as aves foram dispostas em boxes com dimensões de 1,4 x 3,0m, que se constituíram as parcelas experimentais, tendo como piso cama de maravalha.

As rações experimentais (Tabela 2) foram formuladas à base de milho, farelo de soja, glúten de milho, óleo de soja, suplemento vitamínico e mineral, calcário e fosfato bicálcico, seguindo-se as recomendações de Rostagno et al. (2005), sendo que os sais (NaCl , NaHCO_3 , KCl , K_2SO_4 e CaCl_2) foram ajustados conforme as necessidades mínimas em Na^+ , K^+ e Cl^- e os ajustes eletrolíticos solicitado para cada ração experimental, viabilizadas através da Planilha PPR (GARCIA NETO, 2011).

Os pintinhos com um dia de idade foram pesados e distribuídos ao acaso nos boxes. Como fontes de aquecimento inicial foram usadas lâmpadas de 200W, uma em cada compartimento, durante os quinze primeiros dias de criação.

O desempenho das aves foi avaliado através de seu ganho de peso corporal (g/ave/período), consumo de ração (g/ave/período) e índice de conversão alimentar. A conversão alimentar foi determinada através da divisão do consumo de ração pelo ganho de peso, sendo que todas as aves mortas foram pesadas e seu peso utilizado para o ajuste da conversão alimentar.

Os resultados foram submetidos à análise de variância para verificar efeitos de tratamentos e, posteriormente, análise de regressão (superfície de resposta) para avaliar os efeitos dos níveis de cada suplementação, segundo os procedimentos GLM e RSREG do sistema SAS (SAS INSTITUTE, 2000).

Assim, os níveis de suplementação em BE e RE do presente experimento foram planejados de modo a enquadrar os dados numa análise de superfície, visando permitir níveis crescentes de BE (150 a 350) e relações estreitas e largas de RE (2 a 4), segundo o esquema adotado por Pesti (1982) para experimentos com aves.

Tabela 2 - Composição percentual das rações fornecidas para os frangos de corte na fase inicial

Ingredientes		Equilíbrio Eletrolítico (BE/RE)*				
		150 /3:1	250 / 2:1	250 / 3:1	250 / 4:1	350 / 3:1
Milho	%	59,96	54,61	52,59	54,65	50,82
Farelo de Soja 45%	%	30,02	36,31	38,72	36,30	39,02
Óleo de soja	%	2,39	4,17	4,38	4,15	4,98
Farelo Glúten 60%	%	3,95	-	-	-	-
Fosfato bicálcico	%	1,84	1,83	1,82	1,83	1,82
Calcário	%	0,92	0,89	0,89	0,89	0,89
Sal	%	0,58	0,61	0,26	0,50	0,21
Bicarbonato de sódio	%	-	0,45	0,34	-	0,59
Sulfato de Potássio	%	-	-	0,009	0,51	0,67
Cloreto de Potássio	%	-	-	-	0,028	-
Cloreto de Cálcio	%	0,068	-	-	-	-
DL- Metionina	%	0,230	0,266	0,245	0,266	0,248
L-Lisina	%	0,354	0,199	0,122	0,199	0,117
L- Treonina	%	0,043	0,033	-	0,033	-
Polimax F-pré inicial**	%	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
Composição Calculada						
Energia Met.	kcal/kg	3050	3050	3050	3050	3050
Proteína bruta	%	21,36	21,33	22,15	21,33	22,14
Cálcio	%	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89
P Disponível	%	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44
Potássio	%	0,72	0,81	0,85	1,04	1,13
Sódio	%	0,25	0,38	0,21	0,21	0,26
Cloro	%	0,50	0,45	0,22	0,39	0,19
Acido Linoléico	%	2,61	3,49	3,58	3,48	3,87
Lisina Dig,	%	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18
Metionina Dig.	%	0,54	0,55	0,54	0,55	0,55
Metionina + Cistina D	%	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84
BE = Na+K-Cl	mEq/kg	150	250	250	250	350
RE = (K+Cl)/Na		3:1	2:1	3:1	4:1	3:1

* BE= balanço eletrolítico; RE= relação eletrolítica.

** Suplemento vitamínico-mineral – Composição kg do produto: Vitamina A, 1.835.000UI; vitamina D3, 335.000UI; vitamina E, 2.835mg; vitamina K3, 417mg; vitamina B1, 335mg; vitamina B2, 1.000mg; vitamina B6, 335mg; vitamina B12, 2.500mcg; ácido fólico, 135mg; biotina, 17mg; niacina, 6.670mg; pantotenato de cálcio, 1.870mg; cobre, 1.000mg; cobalto, 35mg; iodo, 170mg; ferro, 8.335mg; manganês, 10.835mg; zinco, 8.335mg; selênio, 35mg; cloreto de colina 50%, 135.000mg; metionina, 267.000mg; coccidiostático, 13.335mg; promotor de crescimento, 16.670mg; antioxidante, 2.000mg. Dosagem de 6kg do produto por tonelada de ração.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As respostas de desempenho aos 21 dias de idade, segundo os ajustes nutricionais em BE e RE, para peso corporal, consumo de ração, conversão alimentar e o consumo diário dos eletrólitos são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3- Influência da combinação entre balanço eletrolítico (BE) e relação eletrolítica (RE) em relação ao peso, consumo de ração, conversão alimentar e consumo médio diário de K⁺, Na⁺ e Cl⁻, em machos de frangos de corte, aos 21 dias de idade

Equilíbrio Eletrolítico		Parâmetros					
BE ¹	RE ¹	Consumo de ração (g)	Ganho peso (g/ave)	Conversão Alimentar (g/g)	Consumo diário K ⁺ (g)	Consumo diário Na ⁺ (g)	Consumo diário Cl ⁻ (g)
150	3:1	1238,1	886,44	1,398b	0,614e	0,213c	0,435a
250	2:1	1237,1	890,67	1,383b	0,713d	0,339 ^a	0,391b
250	3:1	1204,2	896,11	1,347a	0,754c	0,193d	0,202d
250	4:1	1204,0	877,67	1,375ab	0,905b	0,191d	0,348c
350	3:1	1235,9	888,44	1,389b	0,992 ^a	0,228b	0,167e
C.V. (%) ²		3,45	2,62	2,26	4,60	5,77	6,54

⁽¹⁾ BE, balanço eletrolítico; RE, relação eletrolítica;

⁽²⁾ C.V., coeficiente de variação.

a-e: Médias seguidas de letras iguais na mesma coluna, não diferem entre si pelo teste de T a 5%.

A análise de regressão, para cada variável, foi apresentada por uma superfície de resposta tridimensional (Figuras 1, 2 e 3).

Examinado a resposta tridimensional dos parâmetros estudados observa-se que tanto o peso como os demais parâmetros foram todos sensíveis as mudanças no nível de BE como de RE, estando de acordo com os resultados de Mongin (1981).

Pela análise canônica da superfície de resposta obteve-se como ponto estacionário das fontes (ponto que otimiza a resposta estimada) para o peso corporal (BE=255,77 mEq/kg e RE=2,73:1) e o valor no ponto estacionário de 942,02 gramas. Para a conversão alimentar (BE=254,62 mEq/kg e RE=3,06:1) o valor no ponto estacionário foi 1,35. Finalmente o ponto para o consumo de

ração (BE=251,69 mEq/kg e RE=3,51:1) o valor no ponto estacionário foi 1200,02 gramas. A forma canônica do modelo ajustado ficou:

Peso corporal = 942,02 – 8,67 BE – 11,9 RE (Ponto de máximo)

Consumo de ração = 1200,02 + 32,78 BE + 16,33 RE (Ponto de mínimo)

Conversão alimentar = 1,35 + 0,0467 BE + 0,032 RE (Ponto de mínimo)

Uma aplicação prática para esses pontos estacionários seria determinar o nível ideal de suplementação acima do qual não haveria mais benefícios para o parâmetro em estudo, além do prejuízo econômico decorrente do excesso de suplementação. Assim, verificou-se para a BE que todos os pontos que otimizaram os parâmetros estudados são muito semelhantes das recomendações de 250 mEq/kg, preconizadas por Mongin (1981) e também por Vieites et al. (2005) e Borges (2006).

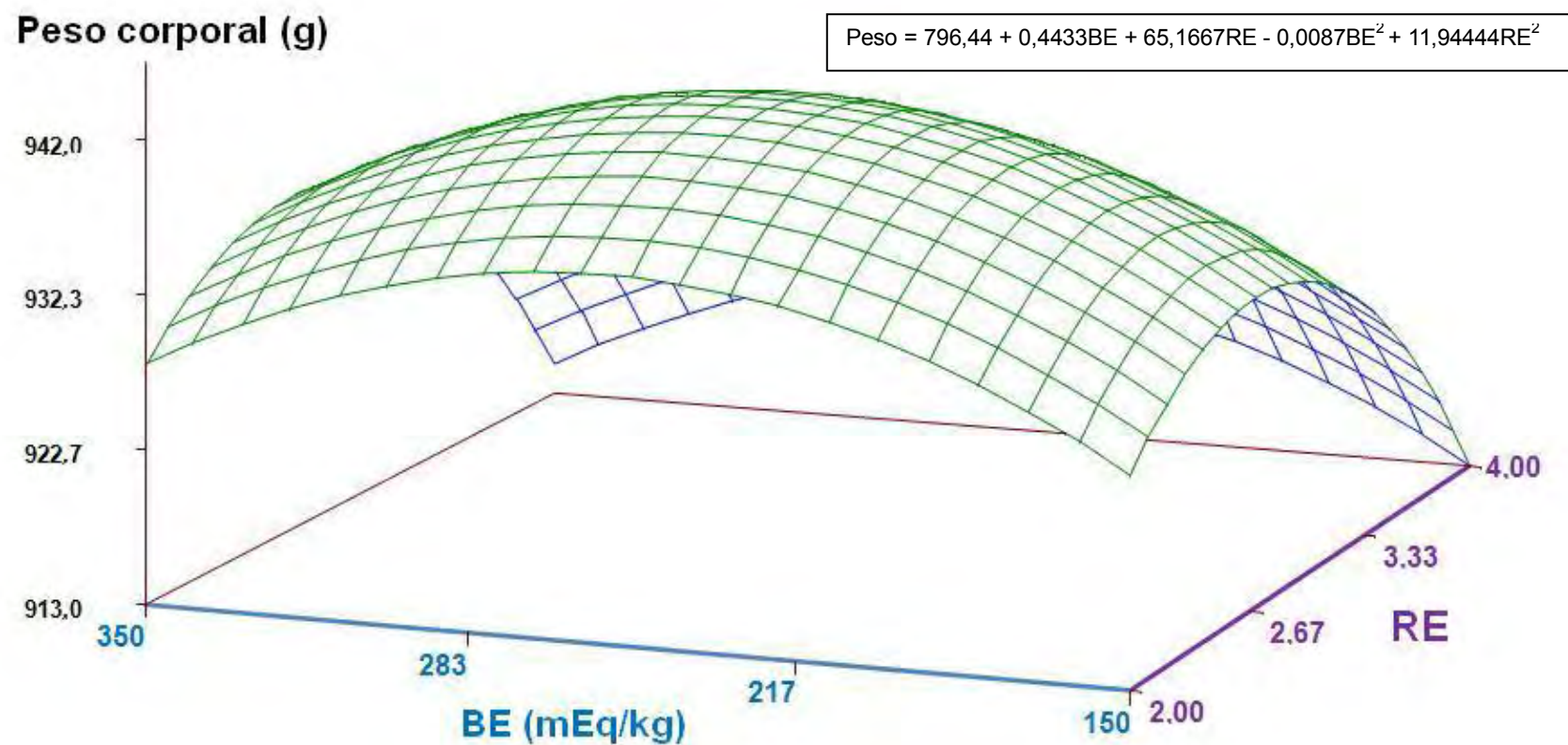


Figura 1- Superfície de resposta para o peso corporal (g) de frangos de corte com 21 dias de idade, segundo as alterações do balanço eletrolítico (BE) e da relação eletrolítica (RE) da dieta.

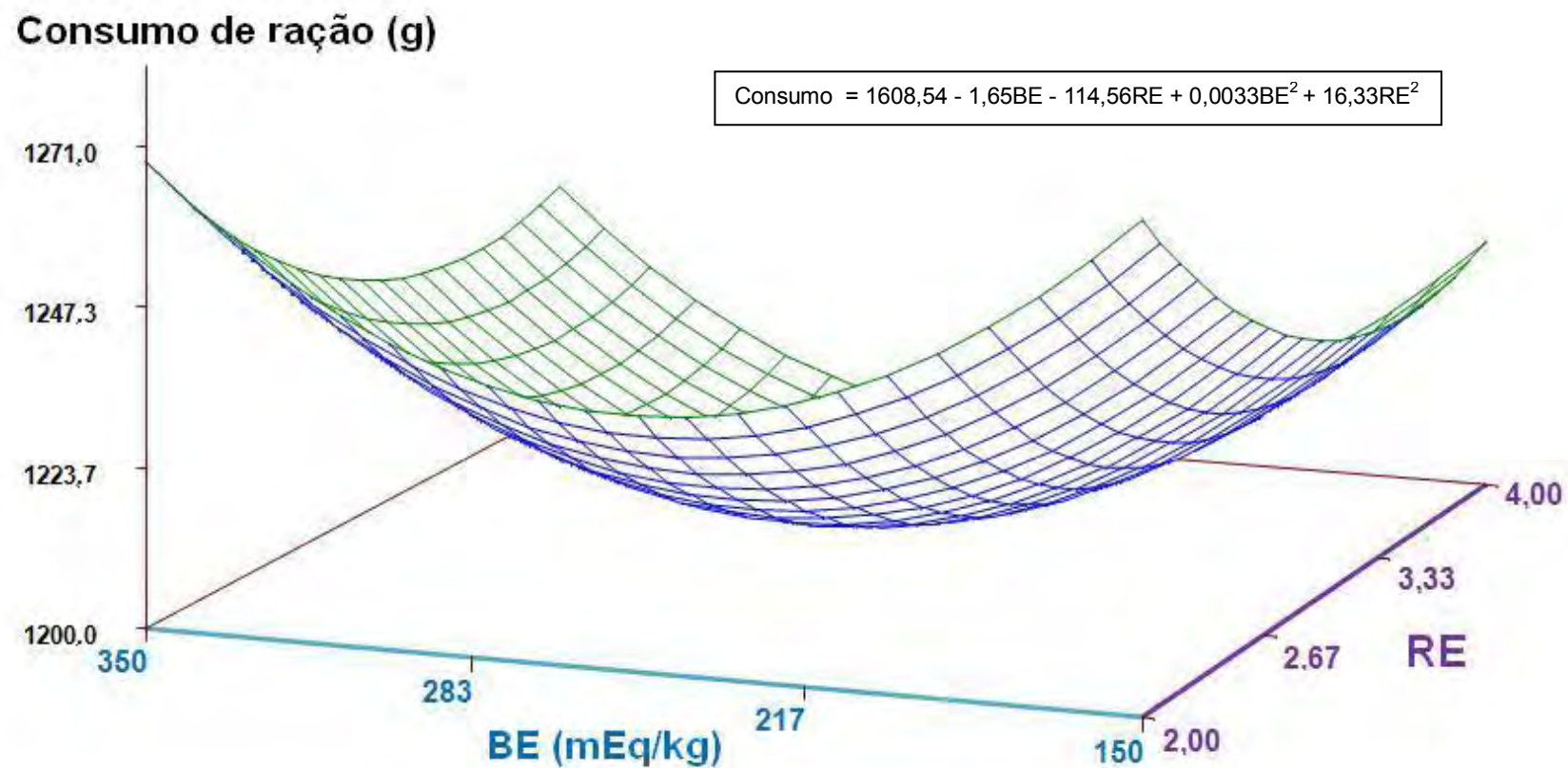


Figura 2- Superfície de resposta para o consumo de ração (g) de frangos de corte durante os 21 dias de idade, segundo as alterações do balanço eletrolítico (BE) e da relação eletrolítica (RE) da dieta.

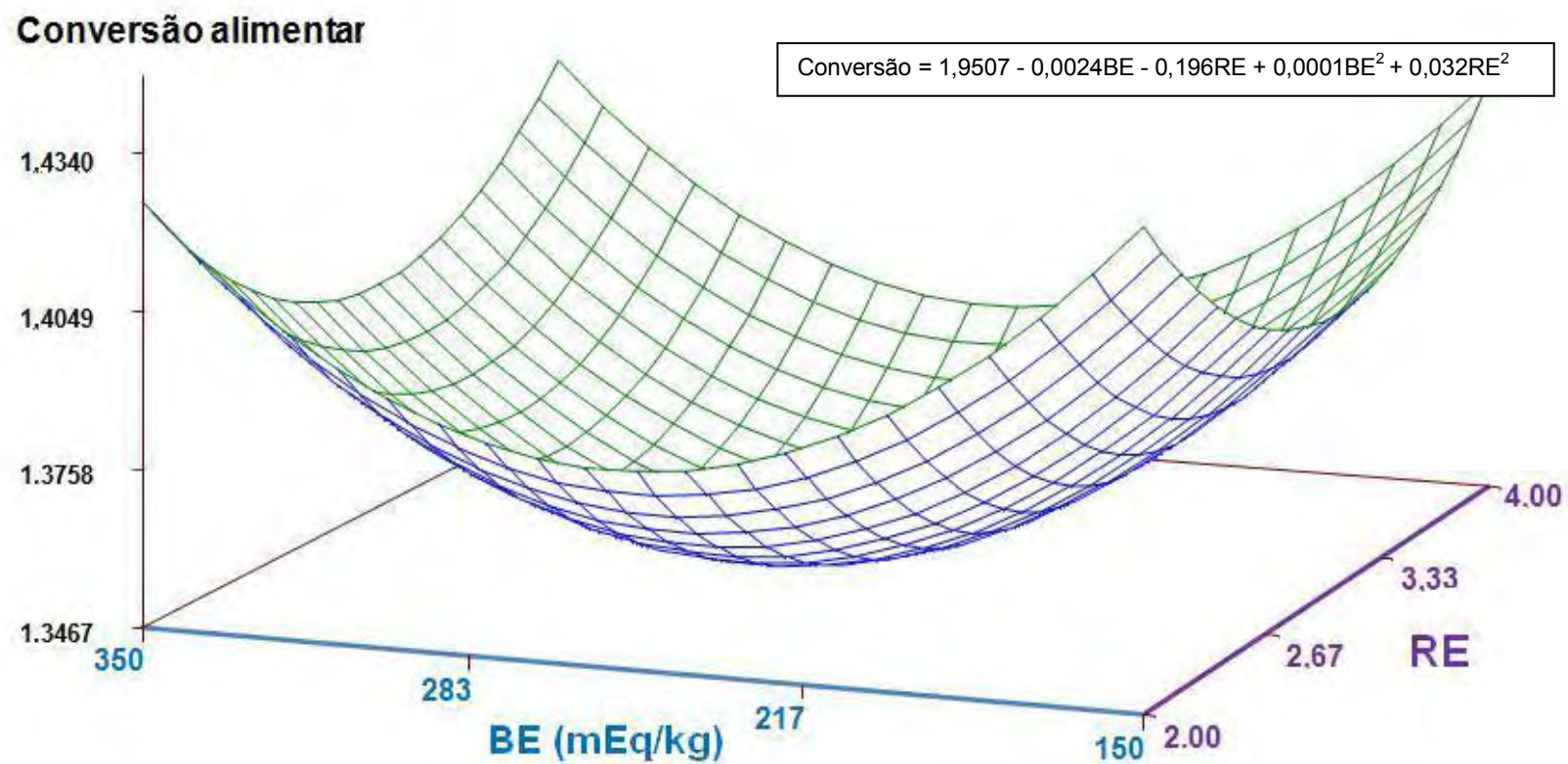


Figura 3- Superfície de resposta para a conversão alimentar de frangos de corte durante os 21 dias de idade, segundo as alterações do balanço eletrolítico (BE) e da relação eletrolítica (RE) da dieta.

No que diz respeito à RE, apenas há as recomendações de Mongin (1981) e de Ahmad e Sarwar et al. (2006), em que a relação deveria ser $RE > 1$, para atender um eficiente desempenho das aves. Assim, neste aspecto a literatura é praticamente omissa no valor para RE.

No presente experimento foi constatada que a melhor RE seria 3, sendo aquela em que houve um consumo intermediário de K^+ , e as ingestões mais baixas de Na^+ e Cl^- (Figuras 4, 5 e 6). Assim o melhor desempenho foi obtido com essa RE devido às proporções adequadas entre os eletrólitos, mantendo o animal em homeostase ácido-base (MACARI et al., 2002).

A resposta primária da ave ao excesso de Na^+ no plasma é a sede, que estimula maior ingestão de água e diminui proporcionalmente a concentração de Na^+ plasmático, assim como em situações de baixas concentrações de Na^+ no plasma, o excesso de água é excretado pelos rins (MACARI et al., 2002).

Tendo em vista o mecanismo fisiológico de regulação do Na^+ , a oscilação na ingestão desse íon é seguida de adaptações na excreção de urina, portanto um excesso ou uma deficiência de Na^+ é facilmente corrigida e não interferindo no desenvolvimento das aves. E sendo o controle da concentração de K^+ dependente da concentração de Na^+ , a ingestão deste íon não seria o fator limitante nessa relação.

As melhores respostas de desempenho, também, foram obtidas quando a RE apresentava menores concentrações de Cl^- nas dietas. Isso se deve ao fato dele ser um íon acidogênico, tendo que estar em concentrações ideais na dieta das aves. O Cl^- é necessário para formação de HCl responsável pela ativação de várias enzimas gástricas e início da digestão, porém o seu excesso provoca alterações no equilíbrio ácido-base, levando a ave a um processo de acidose metabólica, devido à diminuição do pH. O excesso do Cl^- favorece maior retenção de H^+ e diminui a reabsorção de HCO_3^- pelos rins, influenciando na manutenção do pH sanguíneo (BENTON et al., 1998).

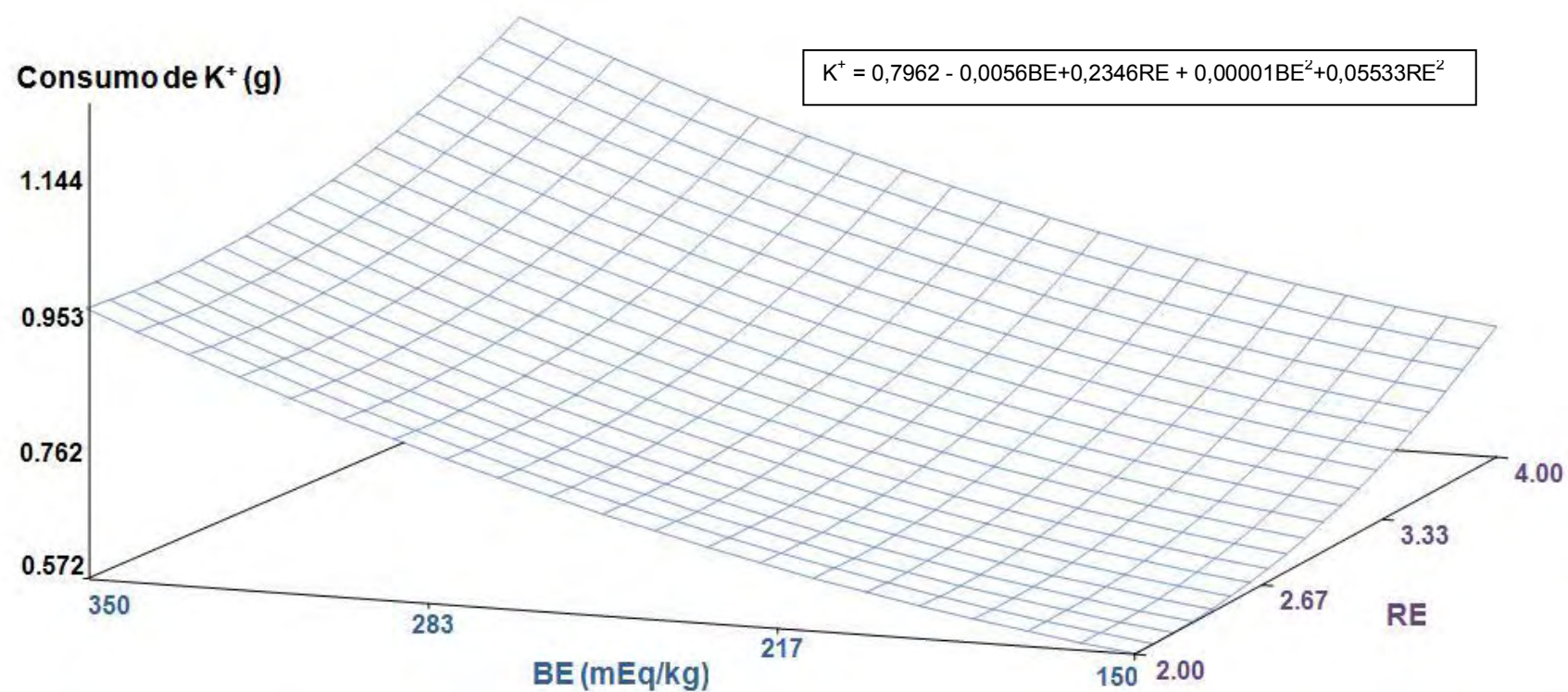


Figura 4- Superfície de resposta para o consumo do íon K^+ durante os 21 dias de idade, segundo as alterações do balanço eletrolítico (BE) e da relação eletrolítica (RE) da dieta.

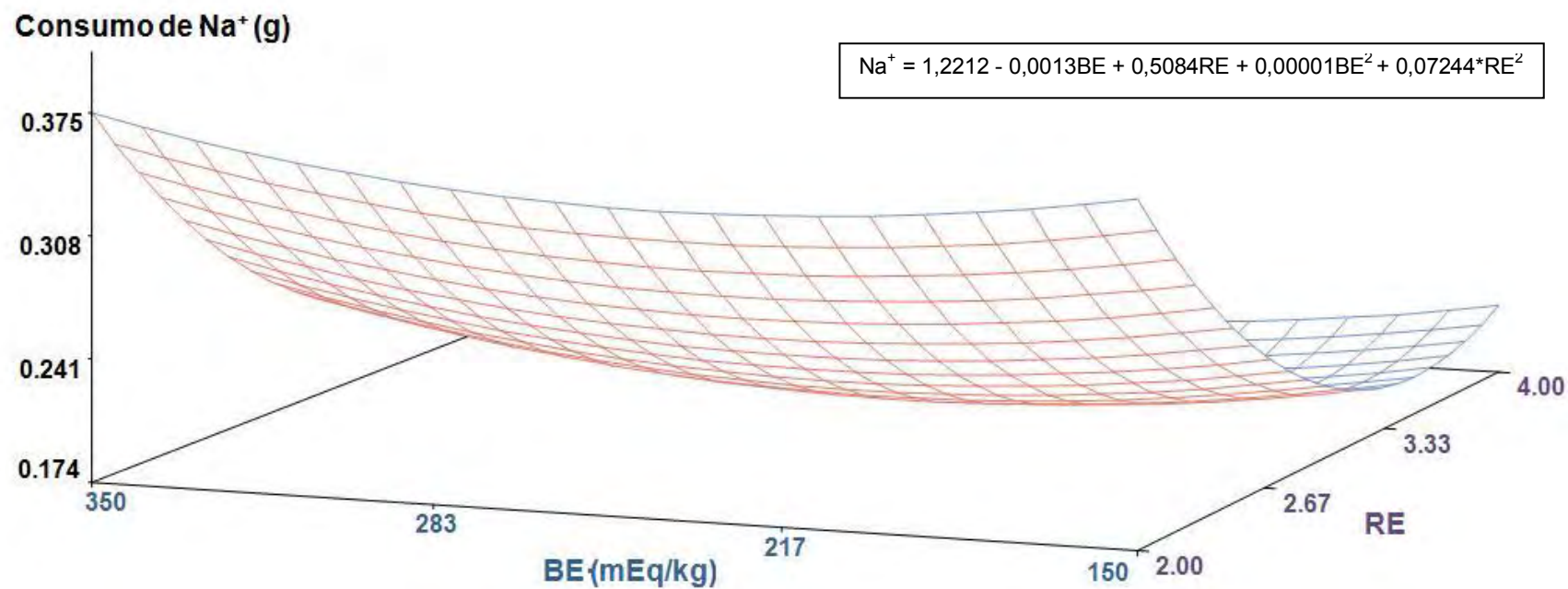


Figura 5- Superfície de resposta para o consumo do íon Na⁺ durante os 21 dias de idade, segundo as alterações do balanço eletrolítico (BE) e da relação eletrolítica (RE) da dieta.

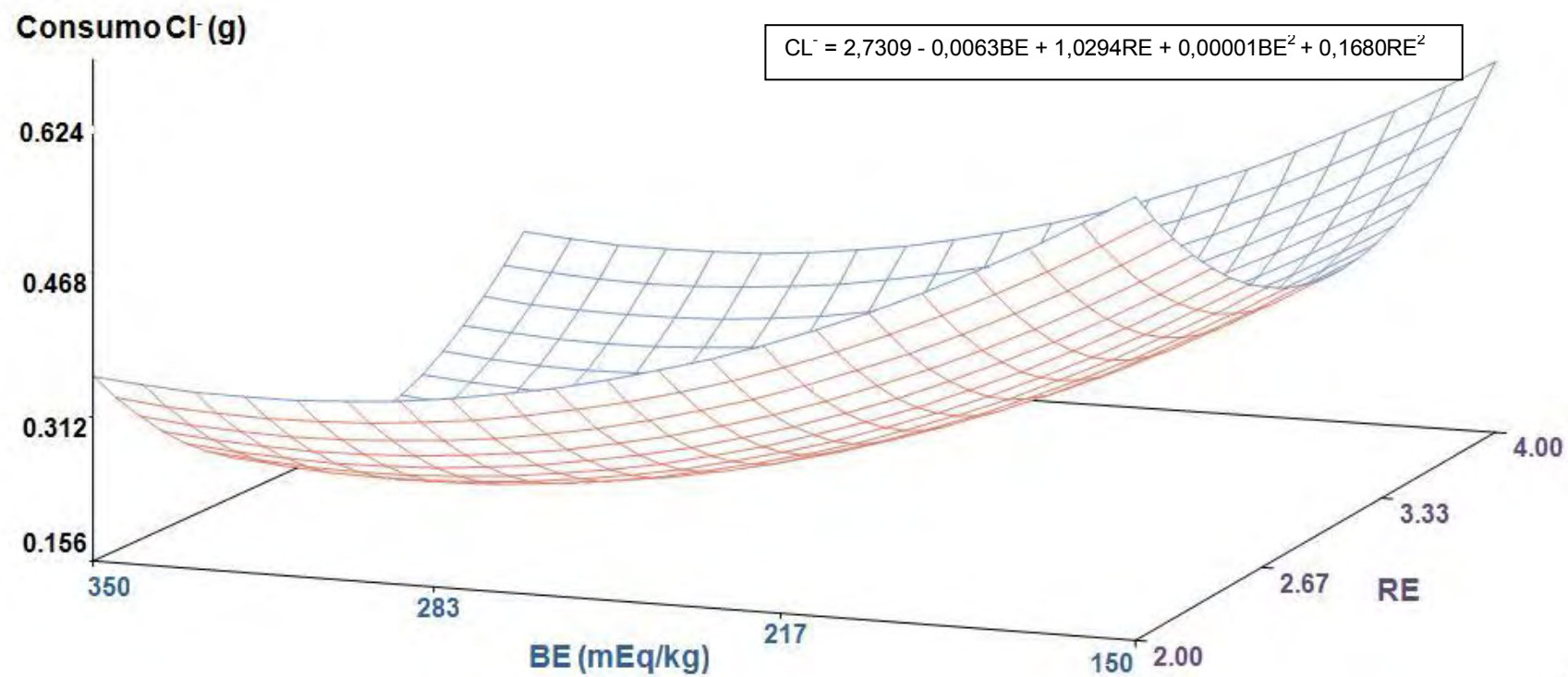


Figura 6- Superfície de resposta para o consumo do íon Cl⁻ durante os 21 dias de idade, segundo as alterações do balanço eletrolítico (BE) e da relação eletrolítica (RE) da dieta.

Assim, além de definir um valor apropriado para o BE, é imprescindível, também, ajustar a relação eletrolítica entre os elementos K^+ , Na^+ e Cl^- , obtendo-se uma formulação com balanço nutricional apropriado para frangos de corte, mas sem desencadear os transtornos metabólicos inerentes a essa criação, especialmente em condições de estresse calórico (BORGATTI et al., 2004).

O conceito do equilíbrio eletrolítico, inicialmente mais teórico que prático (MONGIN, 1981), mostra-se totalmente fundamental, desde que aplicado em sua totalidade, ou seja, é determinante atender as exigências mínimas de Na^+ , K^+ e Cl^- , um BE de 250 mEq/kg e uma RE > 1 , simultaneamente na formulação da ração (MONGIN, 1981), sendo que a proporção apropriada para as variáveis estudadas, visando o equilíbrio eletrolítico mais favorável foi de BE entre 251 e 256 mEq/kg e de RE entre 2,7:1 e 3,0:1.

4. CONCLUSÃO

Pode-se afirmar que o melhor desempenho somente foi obtido com a formulação estratégica do correto equilíbrio eletrolítico entre BE e RE, ou seja, deve-se considerar, simultaneamente, os valores mais apropriados para BE entre 251- 256 mEq/kg e para RE entre 2:71 – 3,5:1, em rações para frangos de corte de 1 a 21 dias de idade mantidos em termoneutralidade.

5. REFERÊNCIAS

AHMAD, T.; SARWAR, M. Dietary electrolyte balance: implications in heat stressed broilers. **World's Poultry Science Journal**, v. 62, n.4, p. 638-653, 2006.

AUSTIC, R.E., KESHAVARZ, K. **Dietary electrolytes and eggshell quality**. In: CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURERS, 1984, Syracuse. Proceedings... Syracuse, p.63-69, 1984.

BENTON, C.E.; BALNAVE, D.; BRAKE, J. Review: The use of dietary minerals during heat stress in broilers. **The Professional Animal Scientist**. v. 14, p. 193-196, 1998.

BORGATTI, L.M.O.; ALBUQUERQUE, R.; MEISTER, N.C.; et al.. 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. Aplicação do conceito de balanço eletrolítico para aves. In: **Conferência APINCO 2006 de Ciência e Tecnologia Avícolas**, Santos, Anais...,SP, p. 123-137, 2006.

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

GARCIA NETO, M. **Programa Prático para Formulação de Rações / Frangos de Corte PFR / Tabelas brasileiras 2005**. Disponível em: <http://www.foa.unesp.br/downloads/categoria.asp?CatCod=4&SubCatCod=138>. Acesso em: 05 amr 2011.

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. **J. Anim. Sci.**, v. 68, p. 3687-3693, 1990.

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

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

MACARI, M., FURLAN, R.L., GONZALES, E. **Fisiologia Aviária Aplicada a Frangos de Corte**. 2 ed. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 375p, 2002.

MONGIN, P. Recent advances in dietary anion-cation balance: application in poultry. **Proc. Nutr. Soc.**, v. 40, p. 285-294, 1981.

MONGIN, P.; SAUVEUR. B. Interrelationships between mineral nutrition, acid-base balance, growth and cartilage abnormalities. In: Growth and Poultry Meat Production, 1977, Edinburgh. Proceedings...Edinburgh: **Br. Poult. Sci.**, p. 235-237, 1977.

NOBAKHT, A.; SHIVAZAD, M.; CHAMANY, M. et al.. 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**, v. 5, n. 10, p. 955-958, 2006.

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

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

PESTI, G.M. Characterisation of the response of male broiler chickens to diets of various protein and energy contents. **British Poultry Science**, v.23, p.527-537, 1982.

ROSS, J.G.; SPEARS, J.W., GARLICH, J.D. Dietary electrolyte balance effects on performance and metabolic characteristics in finishing steers. **J. Anim. Sci.**, v. 72, p. 1600-1607, 1994.

ROSTAGNO, H.S. et al.. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 2.ed. Viçosa: UFV, Departamento de Zootecnia, 2005. 186p.

SAS Institute, SAS® Users Guide: Statistics. Version Five Edition. SAS Institute, Inc., Cary, NC. 2000.

SAUVER B., MONGIN, P. Tibial dyschondroplasia, a cartilage abnormality in poultry. **Ann. Biol.Anim. Biochim. Biophys**. v.18, p.87-92, 1978.

TALBOT, C.J. Sodium, potassium and chloride imbalance in broiler diets. **Proc. Nutr. Soc.**, v. 37, p. 53^A, 1978.

VIEITES, F. M.; MORAES, G.H.K.; ALBINO, L.F.T. et al.. 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. **R. Bras. Zootec.**, v.34, n.6, p.1990-1999, 2005.

WILDMAN, C. D.; WEST, J. W.; BERNARD, J. K. Effects of Dietary Cation-Anion Difference and Potassium to Sodium Ratio on Lactating Dairy Cows in Hot Weather. **J. Dairy Sci**. v. 90, p. 970–977, 2007.

CAPÍTULO 3 - USO ESTRATÉGICO DO EQUILÍBRIO ELETROLÍTICO PARA MINIMIZAR OS EFEITOS DO ESTRESSE TÉRMICO EM FRANGOS DE CORTE

RESUMO – Várias alterações metabólicas e fisiológicas são desencadeadas em frangos de corte submetidos a altas temperaturas ambientais, o que pode acarretar em grandes perdas no desempenho destas aves. Para tanto, algumas técnicas de controle ambiental estão sendo freqüentemente empregadas para a redução do impacto negativo do estresse calórico sobre o desempenho das aves, entre elas o manejo nutricional com adequado equilíbrio eletrolítico. Desta forma, um experimento foi conduzido com o intuito de estudar essas interações, e avaliar o efeito de alterações no equilíbrio eletrolítico de dietas, com base em modificações no balanço ($\text{Na}^+ + \text{K}^+ - \text{Cl}^-$) e na relação $[(\text{K}^+ + \text{Cl}^-) / \text{Na}^+]$, sobre o desempenho e mortalidade de frangos de corte sujeitos a estresse térmico. Para tanto um total de 1575 pintos de corte machos de 21 - 46 dias de idade, foram distribuídos em arranjo fatorial 5x3, totalizando 15 tratamentos com 3 repetições de 35 aves cada. Os tratamentos consistiram de cinco dietas com balanço eletrolítico, decorrentes de combinações BE/RE (150/3, 250/2, 250/3, 250/4 e 350/3), associado com a aplicação do estresse por calor, em aves no 25° ou 35° dia de idade. Foi possível verificar que a formulação estratégica do correto equilíbrio de eletrólitos para BE e RE melhora o desempenho e é capaz de evitar o efeito do estresse térmico em frangos de corte, levando a um melhor desempenho e sobrevivência onde para condições termoneutras recomenda-se um BE de 250 mEq/kg e RE 3, e para condições de estresse é recomendável uma dieta com BE de 350 mEq/kg e RE 3.

Palavras-chave: Estresse agudo, eletrólitos, desempenho, exigências.

1. INTRODUÇÃO

A evolução da avicultura resultou em um frango de corte precoce e com grande eficiência para converter diferentes alimentos em proteína animal. Apesar disso, umas séries de problemas metabólicos e de manejo têm surgido, destacando-se entre eles o estresse calórico. A susceptibilidade das aves ao estresse calórico aumenta à medida que o binômio umidade relativa e temperatura ambiente ultrapassam a zona de conforto térmico, dificultando assim a dissipação de calor, incrementando conseqüentemente a temperatura corporal da ave, com efeito negativo sobre o desempenho.

Estudos têm sido realizados com o intuito de diminuir o efeito negativo de ambientes com alta temperatura e umidade na produção de frangos de corte. A utilização de sais via água de bebida ou ração é uma alternativa freqüentemente empregada na criação de frangos de corte para reduzir as perdas decorrentes do estresse calórico. Entre os principais sais utilizados destacam-se o cloreto de potássio (KCl) e o bicarbonato de sódio (NaHCO₃) (CAHANER; LEENSTRA, 1992; YALÇIN et al., 1997).

Os minerais K⁺, Na⁺ e Cl⁻, em particular, são escolhidos pela 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 prejudicar o seu desempenho por comprometer muitas funções metabólicas (JUDICE et al., 2002).

O meio ambiente e a dieta influenciam o equilíbrio ácido-base. Inúmeros relatos apontam para os efeitos do balanço eletrolítico da dieta sobre o desempenho produtivo das aves. A manutenção deste equilíbrio pode ser uma medida importante para melhorar o desempenho de frangos criados sob altas temperaturas e superar os efeitos danosos da alcalose respiratória decorrente do estresse calórico (TEETER; BELAY, 1996).

O equilíbrio ácido-base da dieta, a partir de estudos de Mongin (1981), para o Na^+ , K^+ e Cl^- , antes formulados somente para atender uma exigência mínima para cada fase da criação (NRC, 1994), deveriam ter suas proporções (diferença e relação) ajustadas para um melhor equilíbrio eletrolítico, objetivando um ótimo desempenho de crescimento pela manutenção da homeostase ácido-báse fisiológica do animal (GEZEN et al., 2005).

A homeostase ácido-base é importante visto que à medida que a temperatura aumenta, o estresse calórico resulta em aumento da taxa respiratória, com perda excessiva de CO_2 e em alcalose respiratória, com elevação do pH sanguíneo (BORGES et al., 2003). Para corrigir o pH, as aves excretam, via rins, HCO_3^- , que é um íon carregado negativamente e que deverá se ligar a um íon carregado positivamente, como o Na^+ ou K^+ , para ser excretado na urina e, nessa situação, esses íons podem se tornar deficientes para as aves (MUSHTAQ et al., 2005).

Mongin (1981) adverte sobre a necessidade de se adequar uma ração não apenas ao BE, pela diferença ($\text{Na}^+ + \text{K}^+ - \text{Cl}^-$), mas, também, quanto à relação eletrolítica $[(\text{K}^+ + \text{Cl}^-)/\text{Na}^+]$. Portanto, para um adequado balanço eletrolítico de uma dieta, não seria suficiente apenas o cálculo da diferença entre a concentração total de ânions e cátions, mas, ainda, a proporção adequada entre Na^+ , K^+ e Cl^- (TALBOT, 1978).

Com o intuito de estudar essas interações, o presente estudo foi realizado, para avaliar o efeito de alterações no equilíbrio eletrolítico de dietas, com base em modificações no balanço ($\text{Na}^+ + \text{K}^+ - \text{Cl}^-$) e na relação $[(\text{K}^+ + \text{Cl}^-)/\text{Na}^+]$, sobre o desempenho e mortalidade de frangos de corte sujeitos a estresse térmico.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Tratamentos e delineamento experimental

Os tratamentos foram constituídos por dietas com cinco equilíbrios eletrolíticos, originados das combinações BE/RE de 150/3, 250/2, 250/3, 250/4 e 350/3, conforme esquema apresentado na Tabela 1, associadas a distintos momentos de aplicação de estresse térmico agudo nas aves, definidos, no presente ensaio, no 25° ou 35° dia de idade, além de controle sem estresse térmico.

As análises foram realizadas aos 33° e 46° dia de idade, sendo que aos 33° dias o delineamento experimental foi inteiramente ao acaso, em arranjo fatorial 5x2, totalizando 10 tratamentos (Tabela 2), com seis repetições para aves em termoneutralidade e três repetições para aves submetidas ao estresse agudo, com 35 aves por parcela experimental. E aos 46° dia de idade foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 5x3, totalizando 15 tratamentos (Tabela 2), com três repetições e 35 aves por parcela experimental, cujo esquema de análise de variância está apresentado na Tabela 3.

Os resultados foram submetidos à análise de variância para verificar efeitos de tratamentos e, posteriormente, análise de regressão para avaliar os efeitos dos níveis de cada suplementação, segundo os procedimentos do PROC GLM do sistema SAS (SAS INSTITUTE 2000). Para verificar a significância das diferenças entre médias dos tratamentos, foi aplicado o teste de Duncan.

TABELA 1. Esquema para distribuição do equilíbrio eletrolítico entre BE e RE.

RE ¹	BE ²		
	150	250	350
2:1		X	
3:1	X	X	X
4:1		X	

1-Relação Eletrolítica

2-Balço Eletrolítico.

TABELA 2. Tratamentos segundo a combinação das relações e balanços eletrolíticos e o ambiente térmico.

Tratamento	RE ¹	BE ² (mEq/kg)	Avaliação aos 33° dias de idade	Avaliação aos 46° dias de idade
1	3:1	150	Sem estresse	Sem estresse
2	2:1	250	Sem estresse	Sem estresse
3	3:1	250	Sem estresse	Sem estresse
4	4:1	250	Sem estresse	Sem estresse
5	3:1	350	Sem estresse	Sem estresse
6	3:1	150	25° dia	25° dia
7	2:1	250	25° dia	25° dia
8	3:1	250	25° dia	25° dia
9	4:1	250	25° dia	25° dia
10	3:1	350	25 dia	25 dia
11	3:1	150	---	35° dia
12	2:1	250	---	35° dia
13	3:1	250	---	35° dia
14	4:1	250	---	35° dia
15	3:1	350	---	35° dia

¹ Relação Eletrolítica ² Balanço Eletrolítico.

TABELA 3. Modelo de análise de variância do experimento

Fontes de Variação	Graus de Liberdade	
	33° dias de idade	46° dias de idade
Total	44	44
Equilíbrio Eletrolítico (EE)	4	4
Estresse Térmico (ET)	1	2
EE x ET	4	8
Erro	35	30

Todas as variáveis descritas em porcentagem foram normalizadas para posterior análise estatística, com dados transformados em $\arcsen \sqrt{x/100}$.

2.2. Condução do experimento

O experimento foi realizado no Setor Experimental de Zootecnia da Faculdade de Medicina Veterinária da UNESP, Campus de Araçatuba. Foram utilizados 1575 pintos de corte, machos, de mesma linhagem comercial, no período de 21 a 46 dias de idade.

As aves ficaram alojadas em um galpão de alvenaria (7,85 x 45,70m), com orientação Leste-Oeste, climatizado com sistema de resfriamento evaporativo adiabático e com ventilação de pressão negativa, coberto com telhas especiais, constituídas de material isolante (poliestireno expandido) disposto entre chapas metálicas refletivas. Em seu interior, as aves foram dispostas em boxes com dimensões de 1,4 x 3,0m, que se constituíram nas parcelas experimentais, tendo como piso cama de maravalha.

Os pintinhos com 21 dias de idade foram pesados e distribuídos ao acaso nos boxes, que continham 35 aves cada. As aves foram mantidas em um programa com 18 horas de luz (12 horas de luz natural + 6 horas de luz artificial).

As rações experimentais (Tabela 4) foram formuladas à base de milho, farelo de soja, glúten de milho, óleo de soja, suplemento vitamínico e mineral, calcário calcítico e fosfato bicálcico, seguindo-se as recomendações de Rostagno et al. (2005), sendo que os níveis de sais (NaCl , NaHCO_3 , KCl , KHCO_3 e CaCl_2) foram ajustados conforme as necessidades mínimas em Na^+ , K^+ e Cl^- e os ajustes eletrolíticos solicitado para cada ração experimental. A mistura da ração foi realizada na fábrica de rações do, já citado, Setor Experimental de Zootecnia.

As aves foram submetidas, conforme o tratamento (idade), a um estresse térmico agudo (GONZALEZ- ESQUERRA; LEESON, 2005) para mimetizar o que ocorre em granjas comerciais, quando estas são acometidas por queda na eletricidade e os sistemas de resfriamento e evaporação param de funcionar, ficando as aves em condições de estresse calórico, com temperaturas e umidade elevadas e alta concentrações de amônia. As temperaturas foram mantidas entre 35-38°C por um período de 4h, durante 1 dia. Para que isto fosse possível, os boxes (parcelas) correspondentes aos tratamentos pertinentes foram cobertos com lona plástica transparente e todos os box receberam fonte de calor (cones de porcelana com resistência de 600w) controlada por termostato (Apêndice). As aves nesse período de estresse continuaram com ração á vontade e água gelada.

Tabela 4 - Composição percentual das rações fornecidas para os frangos de corte na fase de crescimento e terminação.

		Equilíbrio Eletrolítico (BE/RE)*									
		Crescimento (21-33 dias)					Terminação (33-46 dias)				
Ingredientes		150/3	250/2	250/3	250/4	350/3	150/3	250/2	250/3	250/4	350/3
Milho	%	61,31	56,64	54,16	55,73	52,32	63,65	60,78	58,14	57,62	56,25
Milho Far. Glúten 60%	%	4,22	0,00	0,00	0,00	0,00	2,21	0,00	0,00	0,00	0,00
Óleo de soja	%	3,35	5,26	5,60	5,45	6,23	4,71	5,82	6,27	6,45	6,91
Soja Farelo 45%	%	26,86	33,56	36,16	34,23	36,48	25,91	29,64	32,04	32,13	32,36
Fosfato Bicalcico	%	1,70	1,69	1,67	1,69	1,68	1,44	1,44	1,43	1,43	1,43
Sal comum	%	0,51	0,42	0,23	0,48	0,21	0,49	0,15	0,17	0,39	0,17
L-Lisina	%	0,33	0,17	0,08	0,15	0,08	0,27	0,18	0,10	0,10	0,10
DL-Metionina	%	0,20	0,24	0,22	0,23	0,22	0,19	0,21	0,19	0,19	0,19
L-Treonina	%	0,05	0,03	0,00	0,03	0,00	0,04	0,03	0,00	0,00	0,00
Calcário Calcítico	%	0,88	0,85	0,84	0,85	0,84	0,79	0,78	0,77	0,77	0,77
Bicar. Sódio	%	0,00	0,54	0,36	0,00	0,59	0,00	0,69	0,41	0,07	0,62
Cloreto de potássio	%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sulfato de potássio	%	0,00	0,00	0,07	0,58	0,76	0,00	0,00	0,18	0,56	0,90
Cloreto de Calcio	%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Polimax F2–Cresc. **	%	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Polimax F3–Termin. ***	%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30

Continua

Composição Calculada							Continuação				
Energia Met.	kcal/ kg	3150	3150	3150	3150	3150	3250	3250	3250	3250	3250
Proteína bruta	%	20,25	20,21	21,07	20,41	21,05	18,72	18,76	19,53	19,52	19,51
Cálcio	%	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74
P Disponível	%	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37
Potássio	%	0,67	0,77	0,84	1,02	1,13	0,66	0,71	0,82	0,98	1,12
Sódio	%	0,22	0,33	0,21	0,21	0,26	0,21	0,26	0,20	0,19	0,25
Cloro	%	0,41	0,33	0,20	0,36	0,18	0,39	0,17	0,17	0,30	0,17
Acido Linoléico	%	3,16	4,10	4,25	4,19	4,56	3,91	4,45	4,66	4,75	4,97
Lisina Dig,	%	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02
Metionina Dig.	%	0,50	0,52	0,51	0,51	0,51	0,46	0,47	0,46	0,46	0,46
Metionina + Cistina D	%	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73
BE = Na+K-Cl	mEq/kg	150	250	250	250	350	150	250	250	250	350
RE = (K+Cl)/Na		3	2	3	4	3	3	2	3	4	3

* BE- Balanço eletrolítico; RE- Relação eletrolítica.

** Suplemento vitamínico-mineral – Composição kg do produto: Vitamina A, 1.335.000UI; vitamina D3, 300.000UI; vitamina E, 2.000mg; vitamina K3, 335mg; vitamina B1, 167mg; vitamina B2, 670mg; vitamina B6, 170mg; vitamina B12, 1.670mcg; ácido fólico, 67mg; biotina, 7mg; niacina, 4.670mg; pantotenato de cálcio, 1.870mg; cobre, 1.000mg; cobalto, 17mg; iodo, 170mg; ferro, 8.335mg; manganês, 10.835mg; zinco, 7.500mg; selênio, 35mg; cloreto de colina 50%, 83.340mg; metionina, 235.000mg; coccidiostático, 10.000mg; promotor de crescimento, 10.000mg; antioxidante, 2.000mg. Dosagem de 6kg do produto por tonelada de ração.

*** Suplemento vitamínico-mineral – Composição kg do produto: Vitamina A, 1.670.000UI; vitamina D3, 335.000UI; vitamina E, 2.335mg; vitamina K3, 400mg; vitamina B1, 100mg; vitamina B2, 800mg; vitamina B6, 200mg; vitamina B12, 2.000mcg; ácido fólico, 67mg; biotina, 7mg; niacina, 5.670mg; pantotenato de cálcio, 2.000mg; cobre, 2.000mg; cobalto, 27mg; iodo, 270mg; ferro, 16.670mg; manganês, 17.335mg; zinco, 12.000mg; selênio, 70mg; cloreto de colina 50%, 100.000mg; metionina, 235.000mg; antioxidante, 2.000mg. Dosagem de 3kg do produto por tonelada de ração.

2.3. Desempenho das aves e mortalidade

As aves foram avaliadas através de seu ganho de peso corporal, consumo de ração, índice de conversão alimentar e mortalidade.

O ganho de peso (g/ave/período), o consumo de ração (g/ave/período) e a conversão alimentar foram verificados no 33° e 46° dias de idade, sendo que a conversão alimentar foi determinada através da divisão do consumo de ração pelo ganho de peso, sendo que todas as aves mortas foram pesadas e seu peso utilizado para o ajuste da conversão alimentar.

A mortalidade foi avaliada durante todo o período de estresse, sendo que as aves mortas foram anotadas conforme tratamento, peso e idade, e posteriormente descartadas em composteira localizada no próprio Setor Experimental de Zootecnia.

2.4. Análise do teor da umidade das excretas

Foram coletadas amostras de excretas frescas no 43° dia de idade de cada parcela experimental, sendo que seis aves de cada boxe foram colocadas em caixas de transporte, uma por boxe, forradas com sacos de plástico para evitar interferências na umidade das excretas produzidas, durante 30 minutos. As excretas coletadas foram armazenadas em embalagens plásticas hermeticamente fechadas, em freezer.

Após a homogeneização das fezes coletadas de cada parcela, uma amostra de 20g de cada uma delas foi analisada quanto ao teor de umidade pelo laboratório de Bromatologia da Unesp de Araçatuba.

As amostras foram pré-secas em estufa a 55°C por 72 horas e posteriormente secas em estufa a 105°C por 12 horas, de acordo com metodologia proposta por Silva e Queiroz (2002).

2.5. Parâmetros sanguíneos

Amostras de sangue de uma ave, de cada parcela experimental, foram obtidas com seringas próprias para hemogasometria, coletadas da veia da asa no 21°, 33° e 46° dia de idade, com o objetivo de verificar a variação do

equilíbrio ácido-base. Após coleta, as amostras foram devidamente identificadas e transportadas, sob refrigeração, ao Laboratório Clínico do Hospital Veterinário da Unesp de Araçatuba para análises: gasométricas do pH, pO_2 , pCO_2 , HCO_3^- , eletrólitos (Na^+ , K^+ e Cl^-) e hematócrito; utilizando-se o analisador Roche OMNIC C.

2.6. Caracterização térmica do ambiente de crescimento das aves

Foram determinadas as condições microclimáticas médias do galpão, bem como aquelas próximas às aves, nas parcelas, através dos registros de temperatura do ar (temperatura de bulbo seco), temperatura de globo negro, de umidade relativa do ar e de velocidade do ar (Apêndice).

As condições microclimáticas médias do galpão foram obtidas por uma estação climatológica automática instalada no centro da edificação. A temperatura e umidade relativa do ar foram obtidas com o auxílio de um sensor instalado em abrigo termométrico, com faixa de leitura entre -40 e $60^\circ C$, para a temperatura, e entre 0 e 100%, para umidade relativa do ar. A velocidade do ar foi avaliada com auxílio de anemômetro ultra-sônico, com sensibilidade entre 0 e 60 m.s^{-1} , com resolução de $0,01 \text{ m.s}^{-1}$. Todos os registros foram gerenciados e armazenados por sistema de aquisição de dados multicanais CR10 (Campbell Scientific).

Foram monitoradas a temperatura e umidade com uso de Ibutton[®], cinco parcelas (à exceção da velocidade do ar, que foi medida em uma única parcela) dentre os tratamentos em que as aves não foram submetidas a estresse térmico, enquanto para os demais tratamentos, foram monitoradas outras cinco parcelas (uma para cada tratamento de equilíbrio eletrolítico estudado), somente durante os dias em que as aves foram submetidas estresse térmico agudo, em cada uma das duas épocas de interesse, previamente definidas neste projeto.

3. RESULTADO E DISCUSSÃO

3.1. Controle da temperatura

A temperatura média do ambiente durante o período de estresse teve como máxima 37,3°C e mínima 29,5°C. Sendo que o restante do galpão ficou em condições termoneutras.

3.2. Peso vivo, consumo de ração e conversão alimentar

Os parâmetros peso vivo, consumo de ração e conversão alimentar foram influenciados pelo estresse. Sendo observado uma diminuição do peso vivo e um aumento no consumo de ração e piora na conversão alimentar das aves submetidas à estresse térmico tanto no 25° dia, quanto no 35° dia de idade (Tabela 5). Esses resultados estão de acordo com o observado por Plavnik e Yahav (1998) que relatou uma redução progressiva do peso, ganho de peso, ingestão de alimento e na eficiência alimentar de frangos de corte quando foram submetidos a aumentos de temperatura ambiental. A diminuição no desempenho das aves se deve ao fato de que a adaptação das aves, no momento do estresse calórico envolve, parcialmente, a redução na ingestão alimentar, na tentativa de reduzir a produção de calor endógeno (TEETER et al., 1985). Bonnet et al. (1997) concluíram que a redução no ganho de peso em aves submetidas a estresse por calor foi de 50% em relação às aves em condições de termoneutralidade.

Tabela 5- Efeitos da combinação do balanço ($\text{Na}^+ + \text{K}^+ - \text{Cl}^-$) e da relação eletrolítica $[(\text{K}^+ + \text{Cl}^-)/\text{Na}^+]$, associado à aplicação ou não do estresse térmico agudo em aves com 25 ou 35 dias de idade, sobre as médias para o peso vivo (PV), o consumo ração (CR) e a conversão alimentar (CA) de frangos de corte machos de 1-46 de idade.

Fatores**		CR	GP	CA	CR	GP	CA
BE*	RE*	33 dias de idade			46 dias de idade		
150	3	3027,4	1937,4	1,62b	5230,7b	3491,7	1,76ab
250	2	3062,6	2015,8	1,58ab	5326,0ab	3553,2	1,82b
250	3	3044,9	2024,4	1,55a	5447,4ab	3546,1	1,76a
250	4	3032,3	2001,7	1,57a	5351,7ab	3423,0	1,78ab
350	3	3079,8	2012,1	1,58ab	5560,8a	3537,3	1,78ab
Estresse							
Sem		2026,0a	3093,5a	1,57	3660,7a	5784,5a	1,78ab
25 dias		1942,9b	2961,1b	1,60	3464,7b	5272,6b	1,76b
35 dias		-----	-----	----	3394,9b	5092,8b	1,81a

*BE= Balanço eletrolítico (mEq/kg); RE= Relação eletrolítica

** Interação não significativa entre fatores (equilíbrio eletrolítico x estresse térmico)

a-c Médias seguidas de letras iguais na mesma coluna, dentro de cada fator, não diferem pelo teste de T a 5%.

Há praticamente uniformidade ou unanimidade nas publicações encontradas na literatura quanto ao nível de BE de 250 mEq/kg para dietas de frangos de corte (MONGIN, 1981; JOHNSON; KARUNAJEEWA, 1985; VIEITES et al., 2004; VIEITES et al., 2004; BORGES, 2006). Contrariamente, somente Mongin (1981) faz referência à recomendação para RE, mas mesmo assim não definindo o valor mais adequado para frangos de corte, apenas que esse deve ser $\text{RE} > 1$, mostrando a grande necessidade de estudos nessa área (BORGATTI et al., 2004).

Neste experimento observou-se que uma ração com um BE de 250 mEq/kg determina uma melhor conversão alimentar (Tabela 5). Porém, é possível verificar que não basta balancear uma ração apenas pelo BE, pois a ração experimental do presente experimento contendo um BE de 250 mEq/kg e uma RE de 3 obtiveram uma melhor conversão alimentar em relação às outras dietas, aos 33 e 46 dias de idade.

Por impossibilidade do uso de relações na formulação linear (inviabilidade de divisão em seu cálculo) fica comprometido a utilização do conceito de Mongin (1981) em sua plenitude, ou seja, atender simultaneamente: 1- as exigências mínimas de Na^+ , K^+ e Cl^- ; 2- o BE de 250 mEq/kg e 3- a uma $\text{RE} > 1$. Isso provavelmente limitou muitas pesquisas até o momento, ao estudo do balanço eletrolítico apenas (Tabela 6). Porém com o uso da planilha PFR (GARCIA NETO, 2011), que usa o conceito não-linear, foi possível viabilizar tais alterações na formulação do presente experimento, e assim, verificar a importância da RE para evitar desproporções indesejadas nutricionalmente, como relatadas por Ravindran et al. (2008).

Sendo assim, conforme as RE calculadas a partir de diferentes publicações, verifica-se que há grandes discrepâncias de RE para valores próximos de BE, e até valores de RE menores que um, contradizendo as recomendações de Mongin (1981). Estas desproporções entre o K^+ , Cl^- e principalmente o Na^+ podem limitar a absorção de aminoácidos e outros nutrientes (Ravindran et al. ,2008) . Este inconveniente pode ser solucionado pela aplicação integral do equilíbrio eletrolítico (BE e RE), evitando distúrbios entre os eletrólitos e suas conseqüências no desenvolvimento das aves.

Tabela 6- Valores de BE ($\text{Na}^+ + \text{K}^+ - \text{Cl}^-$) e Re [$(\text{K}^+ + \text{Cl}^-) / \text{Na}^+$] calculados á partir das concentrações de Na^+ , K^+ e Cl^- das dietas de diferentes autores.

	Na^+	K^+	Cl^-	BE *	RE**
Borges et al. (2003)	0,25	0,67	0,30	140	2,35
	0,35	0,67	0,29	240	1,66
	0,45	0,84	0,23	340	1,42
Borges et al. (2004)	0,30	0,47	0,46	120	1,91
	0,43	0,47	0,26	240	1,03
	0,60	0,38	0,18	360	0,56
Olanrewaju et al. (2007)	0,25	0,88	0,22	238	2,64
	0,25	0,71	0,11	242	1,95
Ravindran et al. (2008)	0,15	0,76	0,38	150	4,62
	0,18	0,76	0,16	225	3,05
	0,35	0,76	0,16	300	1,57
	0,52	0,76	0,16	375	1,05

* Valores de BE descritos pelo autor. ** Valores encontrados pelo cálculo no PPFR (GARCIA NETO, 2011)

3.3. Mortalidade

A avaliação da taxa de mortalidade de frangos criados em termoneutralidade ou em estresse calórico agudo revela o impacto negativo do estresse calórico já com 25 dias de idade, e que se estende em maiores proporções aos 35 dias de idade. A resposta fisiológica ao equilíbrio eletrolítico nessas aves mostra que animais ingerindo maiores concentrações de K^+ , juntamente com concentrações intermediárias de Na^+ e baixas concentrações de Cl^- , foram menos susceptíveis ao estresse calórico em relação à mortalidade (Tabela 7).

Quando as aves foram expostas ao estresse agudo, elas ficaram sujeitas à um ambiente com elevada temperatura e umidade, assim como altas concentrações de amônia. O conjunto desses três fatores foi a causa da elevada mortalidade observada nesse experimento, pois fica difícil individualizar a influência de cada um desses sobre a sobrevivência das aves. Mas aves arraçadas com um balanço eletrolítico de 350 mEq/kg e uma relação 3:1, apresentaram claramente menores índices de mortalidade,

demonstrando uma melhor homeostase ácido-base, com menores alterações decorrentes do estresse agudo. Isso porque foi a dieta que permitiu um suporte eletrolítico mais adequado, promovendo a homeostase ácido-base em condições estressantes, evitando a alcalose respiratória.

Na alcalose respiratória, a redução da pressão parcial de CO_2 tem, como consequência imediata, a redução da concentração de ácidos carbônico e dos íons H^+ , de imediato reações tamponantes ocorre no organismo animal para tentar controlar essas alterações. Os rins reduzem a excreção de H^+ pelos túbulos renais e a excreção de bicarbonato filtrado aumenta, permitindo, assim, uma maior perda de HCO_3^- na urina. Com a excreção progressiva de HCO_3^- a concentração no plasma tende a cair, chegando a níveis subnormais. Como resultado, a proporção $\text{HCO}_3^-/\text{CO}_2$ aproxima-se de valores normais (compensação renal), ajustando o pH sanguíneo (MACARI et al., 2002)

A importância das aves receberem concentrações ideais de Na^+ , K^+ e Cl^- em sua dieta, se deve ao fato que no estresse calórico, ocorre uma redução da competição entre H^+ e K^+ no túbulo renal. Assim, na alcalose, ocorre uma entrada de K^+ extracelular para o intracelular, e consequente secreção desse íon para o lúmen do túbulo. Nessas condições, tem-se a troca de H^+ por K^+ no túbulo renal. Com a secreção de K^+ e sua redução no plasma, podem ocorrer distúrbios circulatórios no frango, levando-o à morte. Assim, no estresse, à reposição desse íon é essencial para sobrevivência das aves (MACARI et al., 2002), como verificado no presente experimento, onde a menor mortalidade foi constatada na dieta com maior concentrações de K^+ .

A menor porcentagem de mortalidade do estudo ocorreu em dietas com baixas concentrações de Cl^- , isso pode ser explicado pelos níveis plasmáticos de Cl^- aumentarem em situações de estresse calórico, devido ao fluxo desse íon através das membranas dos eritrócitos em direção ao plasma. O aumento do Cl^- plasmático durante o estresse favorece a maior retenção de H^+ e diminui a reabsorção de HCO_3^- pelos rins, possibilitando a manutenção do pH sanguíneo (BENTON et al., 1998). Se esse íon for oferecido em grandes

quantidades na dieta para frangos sob estresse térmico, haverá um excesso deste íon no plasma e um maior desequilíbrio ácido-base, acarretando a morte dos animais, daí a grande importância de um correto RE em uma dieta para frangos de corte.

Adição de concentrações adequadas de Na^+ na dieta resulta em melhores respostas devido ao aumento no consumo de água, visto que o aumento de Na^+ plasmático estimula a ingestão de água, e o aumento no consumo de água beneficia a ave, ao atuar como um tampão de calor, principalmente se a temperatura da água estiver ao redor de 20°C (MACARI et al., 1994).

A maior mortalidade aos 25° dia de idade, referente à dieta com BE de 150 e RE 3, pode ter sido influenciada pela concentração dos íons da dieta, visto que na avaliação hemogasométrica essa ração obteve diferença estatística em alguns parâmetros sanguíneos importante para o controle da homeostasia ácido-base, como o bicarbonato, a pressão parcial de CO_2 e as bases em excesso (Tabela 9).

Tabela 7- Efeito da combinação do balanço ($\text{Na}^+ + \text{K}^+ - \text{Cl}^-$) mEq/kg (BE) e da relação eletrolítica $[(\text{K}^+ + \text{Cl}^-)/\text{Na}^+]$ (RE), associado à aplicação ou não do estresse térmico agudo em aves com 25 ou 36 dias de idade, sobre o consumo médio diário em gramas de potássio (K^+), sódio (Na^+) e Cloro (Cl^-) e o percentual de mortalidade em frangos de corte machos de 1-46 de idade.

BE/RE	K	Na	Cl	Mortalidade por estresse agudo*				K	Na	Cl	Mortalidade por estresse agudo*				
	1 -21 dias de idade			22-33 dias de idade				34-46 dias de idade			com 25 dias de idade		com 35 dias de idade		
				Sem	Com	Sem	Com				Sem	Com	Sem	Com	
150/3	0,614e	0,213c	0,435a	0,999e	0,342c	0,301z	0,637a	0,561x	1,118d	0,356b	0,661a	0,00d	58,42a	0,54c	66,38ab
250/2	0,713d	0,339a	0,391b	1,171d	0,521a	0,464x	0,521c	0,464y	1,236d	0,453a	0,296c	0,00d	25,55b	0,00c	75,353a
250/3	0,754c	0,193d	0,202d	1,288c	0,327d	0,313z	0,311d	0,298z	1,515c	0,370b	0,314c	0,00d	8,33bc	0,00c	70,65a
250/4	0,905b	0,191d	0,348c	1,554b	0,324d	0,312z	0,556b	0,535x	1,748b	0,339b	0,535b	0,00d	8,65b	0,52c	71,55a
350/3	0,992a	0,228b	0,167e	1,736a	0,403b	0,392y	0,279e	0,271z	2,138a	0,477a	0,324c	0,00d	1,04cd	0,00c	53,53b
Estresse															
Sem				1,378a				1,770a			0,456a	0,493a			
25 dias				1,294b				1,549b			0,396b	0,412b			
36 dias				-				1,335c			0,345c	0,374b			

a-e, x-z Médias seguidas de letras iguais na mesma coluna, dentro de cada fator, não diferem pelo teste de T a 5%.

* = interação entre combinação de eletrólitos (BE/RE) x estresse agudo.

Teor de umidade das excretas

O balanço eletrolítico crescente proporcionou aumento linear na umidade das excretas, possivelmente devido ao aumento no consumo de água. Uma relação eletrolítica estreita foi capaz de diminuir a umidade das excretas, mesmo quando combinada com um elevado balanço eletrolítico (350 mEq/kg), (Figura 1).

A elevada umidade das excretas é decorrente de alterações fisiológicas das aves para sobreviverem a elevadas temperaturas. O consumo de água para aves estressadas dobra em relação às aves mantidas em temperaturas mais amenas (BONNET et al., 1997). Isso foi observado nesse experimento, em que aves estressadas aos 35 dias de idade obtiveram uma maior porcentagem na umidade das excretas em relação aquelas estressadas aos 25 dias de idade e às não estressadas (Tabela 8).

O estímulo ao consumo de água bem como à troca de água no organismo da ave em temperaturas elevadas pode ser benéfico visto que o aumento na ingestão de água reduz a mortalidade de frangos expostos ao estresse calórico (BRANTON et al., 1986). Em contrapartida, quanto maior a ingestão de água maior sua excreção, resultando em cama mais úmida, o que prejudica o manejo e desenvolvimento das aves.

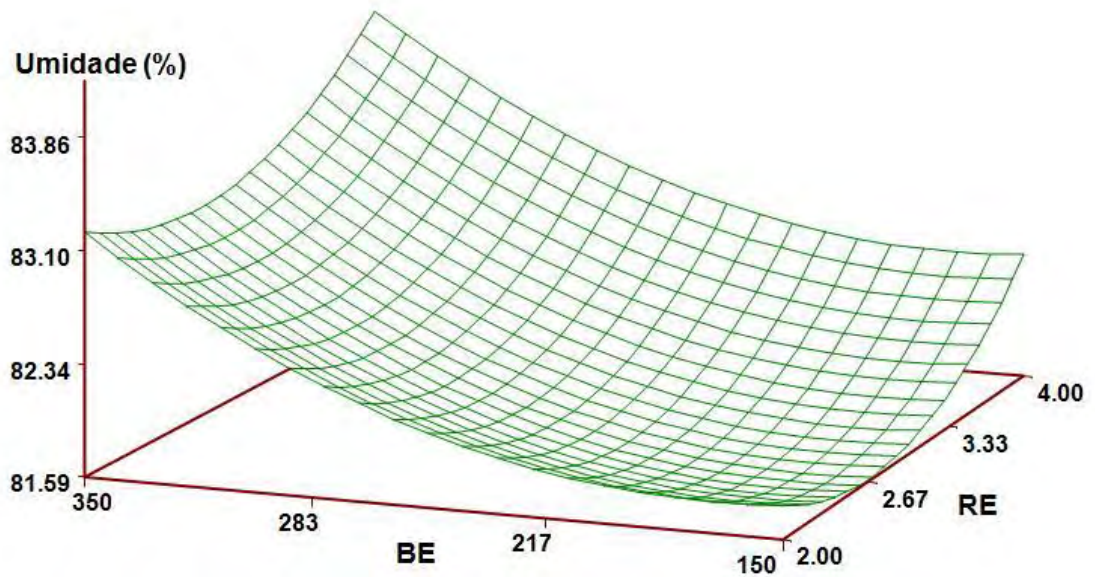


Figura 1 – Superfície de resposta para a umidade das excretas no 43º dia de idade, segundo as alterações do balanço eletrolítico (BE) e da relação eletrolítica (RE) da dieta.

O aumento da umidade das excretas com um BE acima de 250 mEq/kg está de acordo com Borges et al. (2003b), que descreveu que desde a primeira semana de criação, aves recebendo dietas com 360mEq/kg apresentaram cama mais úmida mas, a partir da quarta semana a umidade se acentuou, dificultando manejo e provavelmente interferindo no desempenho.

Visto que o balanço de água do organismo é estabelecido pelo balanço entre os compartimentos intracelular, intersticial e o plasma, e os principais íons do compartimento extracelular são Na^+ e Cl^- e do intracelular o K^+ , é de vital importância a concentração e a proporção ideal destes íons nas dietas, o qual neste experimento ficou evidenciado que a melhor proporção entre esses íons foi conseguida com a RE próxima de 2,6. Uma RE adequada é de extrema importância, pois o movimento da água começa quando há um distúrbio na osmolaridade entre os dois compartimentos, resultando em um déficit na redução do volume sanguíneo e um aumento na osmolaridade do plasma. A redução do volume sanguíneo estimula as células justa-glomerulares nos rins à

produzir renina que converte o angiotensinogenio em angiotensia I e II, desencadeando um estímulo no centro da sede, aumentando o consumo de água. O aumento na osmolaridade do plasma também ativa os osmorreceptores que estimulam o centro da sede, aumentando o consumo de água (BORGES et al., 2004^a).

Tabela 8 - Efeito dos níveis de balanço (BE) e relação (RE) eletrolítica sobre a umidade das excretas (%) em diferentes condições térmicas.

Tratamento		Condição térmica		
BE(mEq/kg)	RE	Conforto térmico	Estresse 25 dias idade	Estresse 35 dias idade
150	3	80,053d	81,077bcd	83,637abc
250	2	83,153abcd	80,683cd	82,550abcd
250	3	80,970cd	80,710cd	84,090ab
250	4	82,193abcd	82,277abcd	83,663abc
350	3	80,590cd	83,577abc	85,053a
C.V.	1,90			

abcd - Médias seguidas de letras diferentes diferem entre si (P<0,05)

Os níveis de íons monovalentes (Na^+ , K^+ e Cl^-) na dieta alteram o balanço osmótico e induzem ao consumo de água (AHMAD, 2004). Os presentes resultados indicam que o aumento no consumo de água e, conseqüentemente aumento no teor de umidade das excretas, foi mais pronunciado pelo K^+ do que pelo Na^+ , visto que na Tabela 7 pode ser verificado que a dieta com um balanço de 350 e relação de 3, obteve um maior consumo do íon K^+ em relação às outras rações.

3.4. Parâmetros sanguíneos

Os resultados da hemogasometria não tiveram interação entre as diferentes concentrações de BE e RE e o estresse térmico sofrido pelas aves, em nenhuma das análises realizadas (Tabelas 9 e 10).

A análise do sangue aos 33 dias de idade mostrou que apenas a pressão parcial de CO_2 e a concentração de HCO_3^- diferiram estatisticamente entre as condições térmicas à que foram expostas as aves (Tabela 10). Esses dois parâmetros são um dos principais sistemas tampões do sangue, responsável por manter o pH constante (MACARI et al., 1994). A constância do pH é de vital importância para o animal, já que pequenas quantidades de ácidos ou bases fortes livres podem levar o pH a limites incompatíveis com a vida. A alteração no pH pode provocar distúrbios no metabolismo, na permeabilidade de membrana, na forma molecular da proteína, no balanço eletrolítico, entre outros (MACARI et al., 1994). Essa constância do pH foi verificada tanto na análise aos 33 dias de idade, quanto na análise de 46 dias de idade (Tabela 10)

Segundo Teeter et al. (1985) o pH normal do sangue das aves varia, sob condições fisiológicas, na faixa de 7,2 a 7,3, e o sistema tampão bicarbonato/ácido carbônico é responsável por 75% da capacidade tamponante do plasma sanguíneo (MACARI et al., 1994). Furlan et al. (1999) observaram, para as linhagens de frangos de corte Arbor Acres, Cobb, Hubbard, Isa e Ross, pH sanguíneo médio de 7,31 e 7,35, sob condição de termoneutralidade e de estresse calórico, respectivamente. Frangos de corte com quatro semanas de idade, estressados pelo calor de 32°C, sofreram elevação do pH sanguíneo (7,28 vs 7,39), com redução no desempenho (TEETER et al., 1985).

Tabela 9- Influência das diferentes combinações entre BE e RE sobre os parâmetros sanguíneos de frangos de corte aos 21, 33 e 46 dias de idade

		Na ⁺	K ⁺	Cl ⁻	pH	pO ₂	pCO ₂	Hct	HCO ₃ ⁻	Beecf
BE*(mEq/kg)	RE*	Avaliação aos 21° dias de idade								
150	3	141,49b	4,91ab	105,44	7,30	67,73	56,6b	23,62	25,64b	-1,17b
250	2	143,41a	4,84b	105,28	7,33	66,87	61,07ab	23,54	28,39a	1,46a
250	3	141,93ab	5,29a	104,82	7,31	72,93	64,36a	23,95	28,68a	1,40a
250	4	141,48b	5,22ab	104,71	7,31	76,13	62,38ab	23,81	27,99a	0,83a
350	3	142,03ab	5,04ab	104,18	7,31	71,85	63,66a	23,94	29,62a	1,34a
		Avaliação aos 33° dias de idade								
150	3	145,9	4,3	105,3	7,27	54,82	62,66	24,26	28,08	-0,39
250	2	145,0	4,4	104,3	7,27	55,00	63,46	23,92	29,13	0,67
250	3	144,9	3,9	104,6	7,30	57,02	59,93	24,10	28,58	0,73
250	4	145,1	4,2	105,1	7,28	54,27	59,70	25,00	27,99	0,06
350	3	145,6	4,3	104,7	7,29	52,01	60,84	23,94	28,23	0,16
		Avaliação aos 46° dias de idade								
150	3	148,48	4,58ab	108,04ab	7,31	58,31	59,46	23,5b	29,34ab	1,54ab
250	2	147,67	4,55ab	106,24b	7,32	57,08	60,62	24,5ab	30,76a	3,29a
250	3	148,20	4,05b	106,81ab	7,30	57,67	60,84	25,3a	30,02ab	2,67a
250	4	148,58	4,94a	108,17a	7,30	58,03	59,20	23,9ab	28,51b	0,77b
350	3	148,77	4,72ab	106,81ab	7,32	56,26	60,25	24,5ab	30,62a	3,34a

* BE= Balanço eletrolítico; RE= relação eletrolítica.

a-b: Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna em cada dia de análise, diferem entre si (P<0,05), pelo teste de T

Abreviaturas: pO₂= pressão parcial de oxigênio; pCO₂= pressão parcial de dióxido de carbono; Hct= hematócrito; HCO₃⁻ = bicarbonato; BEecf= bases em excesso

A diminuição das bases em excesso (BE_{ecf}) das aves não estressadas em relação as aves estressadas, avaliada aos 46 dias de idade, é referente à diminuição do HCO₃⁻ (Tabela 10) e revela as alterações metabólicas do equilíbrio ácido-base frente ao estresse térmico, sendo considerados normais os valores para BE_{ecf} compreendidos nos limites de +2,5 e - 2,5 mEq/l (VIEIRA et al., 1979). Os níveis de HCO₃⁻ aumentam quando as aves são mantidas sobre altas temperaturas, pois elas tendem a aumentar sua capacidade respiratória na tentativa de dissipar calor, assim perdem CO₂ e H⁺, e imediatamente sistemas tampões estimulam os rins a reduzir a excreção de H⁺ pelos túbulos renais, e a excreção de HCO₃⁻ filtrado aumenta, permitindo assim, uma maior perda de HCO₃⁻ na urina. Com a excreção progressiva de HCO₃⁻ a concentração no plasma tende a cair, chegando a níveis subnormais (MACARI et al., 1994).

As concentrações no plasma de K⁺ aumentaram nas aves estressadas aos 25 dias, quando comparadas com as aves mantidas em condições de termoneutralidade, durante a avaliação aos 46 dias de idade. Segundo Khones e Jones (1975) as concentrações de K⁺ e Cl⁻ aumentam quando as aves são expostas à altas temperaturas, enquanto a concentração de Na⁺ diminui. O aumento do K⁺ parece estar associado ao grau e duração do estresse térmico, sendo que uma redução do nível de K⁺ plasmático foi relatado em frangos sujeito a estresse térmico cíclico durante seis dias (BORGES,1997). A diminuição do K⁺ durante o período de estresse tem sido atribuída ao aumento da excreção e um aumento da absorção de K⁺ pelas células, essa reação aparece predominantemente em estresse crônico, e em menor incidência em estresse agudo (AIT-BOULAHSEN et al., 1989; BERNE; LEVY, 1993).

A redução do hematócrito (Htc) durante o estresse térmico aos 25 dias de idade geralmente é associada com a hemodiluição. Essa é uma resposta adaptativa da ave quando exposta ao calor, permitindo perda de água pela evaporação sem comprometer o volume plasmático, com maioria da água perdida sendo do compartimento extracelular (DARREE; HARRISON, 1987).

Tabela 10 – Influência do estresse térmico sobre os parâmetros sanguíneos de frangos de corte aos 21, 33 e 46 dias de idade, mantidos sobre condições de termoneutralidade e estresse térmico agudo.

	Análise 21° dia	Análise 33° dia		Análise 46° dia		
	Sem estresse	Sem estresse	Estresse 25° dia	Sem estresse	Estresse 25° dia	Estresse 35° dia
Na⁺	142,06	145,21	145,54	148,63	147,89	148,48
K⁺	5,06	4,22	4,27	4,43b	4,89a	4,64ab
Cl⁻	104,89	105,17	104,14	106,66	107,26	107,77
pH	7,31	7,28	7,27	7,32	7,31	7,30
pO₂	71,10	55,97	51,92	57,32	58,65	56,45
pCO₂	54,94	58,47y	67,01x	61,72	59,06	59,44
Hct	23,77	24,02	24,68	25,16a	23,80b	24,07ab
HCO₃⁻	28,06	27,19y	30,82x	30,96a	29,59ab	29,99b
BEecf	0,77	-0,64	2,02	3,46a	2,14ab	1,36b

a-b/x-y Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha em cada dia de análise, diferem entre si (P<0,05), pelo teste de T.

Abreviaturas: pO₂= pressão parcial de oxigênio; pCO₂= pressão parcial de dióxido de carbono; Hct= hematócrito; HCO₃⁻ = bicarbonato; BEecf= bases em excesso.

4. CONCLUSÃO

Pode-se afirmar que a formulação estratégica e com precisão do correto equilíbrio de eletrólitos para BE e RE melhora o desempenho e é capaz de evitar o efeito do estresse térmico em frangos de corte, levando a um melhor desempenho e sobrevivência onde para condições termoneutras recomenda-se um BE de 250 mEq/kg e RE 3, e para condições de estresse é recomendável uma dieta com BE de 350 mEq/kg e RE 3.

5. REFERÊNCIAS

AIT-BOULAHSEN, A., GARLICH, J. D., EDENS, F. W. Effect of fasting and acute heat stress on body temperature, blood acid-base and electrolyte status in chickens. **Comparative Biochemistry Physiology**, Oxford, v. 94a, p. 683-7, 1989.

BENTON, C.E.; BALNAVE, D.; BRAKE, J. Review: The use of dietary minerals during heat stress in broilers. **The Professional Animal Scientist**. v. 14, p. 193-196, 1998.

BERNE, R.M.; LEVY, M.N. **Physiology**. R. Ferrall (Ed.). 797p. Mosby Year Book, Inc., St. Louis, MO, 1993.

BONNET, S.; GERAERT, P.A.; LESSIRE, M.; et al.. Effect of high ambient temperature on feed digestibility in broilers. *Polt. Sci.*, Champaign, v.76,n.6, p.857-863, 1997.

BORGATTI, L.M.O.; ALBUQUERQUE, R.; MEISTER, N.C. et al.. 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. Aplicação do conceito de balanço eletrolítico para aves. In: **Conferência APINCO 2006 de Ciência e Tecnologia Avícolas**, Santos, Anais...,SP, p. 123-137, 2006.

BORGES, S.A.; FISCHER DA SILVA, A.V.; ARIKI, J. et al.. Dietary electrolyte balance for broiler chickens exposed to thermoneutral or heat-stress environments. **Poult. Sci.** n.82, p.428-435, 2003.

BORGES, S.A.; FISCHER DA SILVA, A.V.; MAIORKA, A. et al.. Effects of diet and cyclic daily heat stress on electrolyte, nitrogen and water intake, excretion and retention by colostomized male broiler chickens. **Intl. J. Poult. Sci.** n.3, p.313-321, 2004a.

BORGES, S.A. **Suplementação de cloreto de potássio e bicarbonato de sódio para frangos de corte durante o verão**. Dissertação de mestrado. UNESP-Jaboticabal, 84p. 1997

BRANTON, S.L.; REECE, F.N.; DEATON, J.W. Use of ammoniumchloride and sodium bicarbonate in acute heat exposure of broilers. **Poult. Sci.**, n.65, p.1659-1663, 1986.

CAHANER, A., LEENSTRA, F. Effects of high temperature on growth and efficiency of male and female broilers from lines selected for high weight gain, favorable feed conversion, and high or low fat content. **Poult. Sci.**, Champaign, v.71, p.1237-1250, 1992.

DARRE, M.J., HARRISON, P.C. Heat rate, blood pressure, cardiac output and total peripheral resistance of single comb white leghorn hens during an acute exposure to 35°C ambient temperature. **Poult. Sci.**, Champaign, v.66, p.541-7, 1987.

FURLAN, R. L.; MACARI, M.; MORAES, V. M. B.; MALHEIROS, R. D.; SECATO, E. R. Alterações hematológicas e gosométricas em diferentes

linhagens de frangos de corte submetidos ao estresse calórico agudo. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, São Paulo, v. 1, n. 1, p. 77-84, 1999.

GARCIA NETO, M. **Programa Prático para Formulação de Rações / Frangos de Corte PPFR / Tabelas brasileiras 2005**. Disponível em: <http://www.foa.unesp.br/downloads/categoria.asp?CatCod=4&SubCatCod=138>. Acesso em: 05 mar. 2011.

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

GONZALEZ-ESQUERRA, R.; LESSON, S. Effects of acute versus chronic heat stress on broiler response to dietary protein. **Poultry Science**, v. 84, p. 1562-1569, 2005

JOHNSON R.J.; KARUNAJEEWA, H. The Effects of Dietary Minerals and Electrolytes on the Growth and Physiology of the Young Chick. **J. Nutr.** v.115, p.1680-1690, 1985.

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

KOHNE, H.J.; JONES, J.E. Changes in plasma electrolytes acid-base balance and other physiological parameters of adult female turkeys under conditions of acute hyperthermia. *Poultry Science*. n.54, p.2034-2038, 1975.

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

MACARI, M., FURLAN, R.L., GONZALES, E. **Fisiologia Aviária Aplicada a Frangos de Corte**. 2 ed. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 375p, 2002.

MONGIN, P. Recent advances in dietary anion-cation balance: application in poultry. **Proc. Nutr. Soc.**, v.40, p.285-294, 1981.

MUSHTAQ, T.; SARWAR, M.; NAWAZ, H.; et al.. Effect and interactions of dietary sodium and chloride on broiler starter performance (hatching to twenty-eight days of age) under subtropical summer conditions. **Poult. Sci.**, v.84, n.11, 1716-1722, 2005.

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

OLANREWAJU, H.A., THAXTON, J.P., DOZIER III, W.A., BRANTON, S.L. Electrolyte Diets, Stress, and Acid-Base Balance in Broiler Chickens. **Poult. Sci.**. 86:1363-1371, 2007.

PLAVNIK, I.; YAHAV, S. Effect of environmental temperature on broiler chickens subjected to growth restriction at an early age. **Poult. Sci.**. n.77, p.870-872, 1998.

RAVINDRAN, V.; COWIESON, A.J.; SELLE, P.H. Influence of dietary electrolyte balance and microbial phytase on growth performance, nutrient utilization, and excreta quality of broiler chickens. **Poult. Sci.**, v.87, p.677-688, 2008.

ROSTAGNO, H.S. et al.. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 2.ed. Viçosa: UFV, Departamento de Zootecnia, 186p. 2005.

SAS Institute, SAS® Users Guide: Statistics. Version Five Edition. SAS Institute, Inc., Cary, NC. 2000.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de Alimentos** - Métodos Químicos e Biológicos. 3. ed. Viçosa: Ed. UFV, 2002. 235p

TALBOT, C.J. Sodium, potassium and chloride imbalance in broiler diets. **Proc. Nutr. Soc.**, v. 37, p. 53^A, 1978.

TEETER, R. G., BELAY, T. Broiler management during acute heat stress. **Animal Feed Science and Technology**, v. 58, p. 127-142, 1996.

TEETER, R.G.; SMITH, R.O.; ARP, S.C.; SANGIAH, S. et al.. Chronic heat stress and respiratory alkalosis: occurrence and treatment in broiler chicks. **Poult. Sci.** n.64, p.1060-1064, 1985.

TEETER, R.G.; SMITH, M.O.; OWENS, F.N. et al.. Chronic heat stress and respiratory alkalosis: occurrence and treatment in broiler chicks. **Poult. Sci.**, v.64, p.1060-1064, 1985.

VIEIRA, E. C.; GAZZINELLI, G.; MARES-GUIA, M. **Química fisiológica**. São Paulo: Atheneu, 1979. 345 p.

VIEITES, F.M.; MORAES, G.H.K. ; ALBINO, L.F.T. et. al. Balanço eletrolítico e níveis de proteína bruta sobre o desempenho de pinto de corte de 1 a 21 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia** v.33, n.6, p.2076-2085, 2004

YALCIN, S.; OZKAN, S.; TURKMUT, L.; SIEGEL, P.B. Responses to heat stress in commercial and local broiler stocks. 1. Performance traits. **Brit. Sci.** v.42, p.149-152, 2001.

APÉNDICE

Apêndice A - Documento do parecer de ética na experimentação animal.





UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
 "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
 Campus de Araçatuba

COMISSÃO DE ÉTICA NA EXPERIMENTAÇÃO ANIMAL
 (CEEA)

CERTIFICADO

Certificamos que o Projeto **"USO ESTRATÉGICO DO EQUILÍBRIO ELETROLÍTICO PARA PREVENIR O ESTRESSE TÉRMICO EM FRANGOS DE CORTE"** sob responsabilidade do **Profa. Dr. Manoel Garcia Neto** e colaboração de **Prof Dr Marx José de Araujo Faria Junior** está de acordo com os Princípios Éticos da Experimentação Animal (COBEA) e foi aprovado pela CEEA em 12/02/2009 de acordo com o protocolo 2008-000514.

Araçatuba, 12 de Fevereiro de 2009


Prof. Adj. Tereza Cristina Cardoso da Silva
 Presidente da CEEA- FOA/UNESP

Faculdade de Odontologia e Curso de Medicina Veterinária - Departamento de Apoio, Produção e Saúde Animal, Rua Côrtes Pereira, 703 CEP 16050-680 Araçatuba - SP
 Tel (18) 3636- 1350 Fax (18) 3636- 1352 E-mail: dapia@foa.unesp.br

Apêndice B - Fotografias tiradas durante o desenvolvimento do experimento.



Figura 1B: Fases de crescimento das aves. a) 1 dia idade; b) 21 dias de idade; c) 33 dias de idade; d) 46 dias de idade.



Figura 2B: Vista interna do galpão e divisão dos boxes. Á esquerda: fonte de aquecimento nos primeiros dias de vida; á direita: exaustores no fundo do galpão para controle da temperatura



Figura 3B: Equipamentos para controle e caracterização da temperatura e umidade no galpão. À esquerda – termômetro de globo negro; á direita – estação climatológica automática, abaixo – lbutton[®].



Figura 4B: Boxes com aquecedores e cobertos com lonas, em dias de estresse térmico, monitorados por um termômetro digital.



Figura 5B: Cone de porcelana com resistência de 600 w usada para aquecimento dos boxes durante o período de estresse térmico.

Apêndice C – Tabelas de composição das rações experimentais

Tabela 1C: Composição percentual das rações fornecidas para os frangos de corte nas fases inicial, crescimento e terminação, calculada pela planilha eletrônica PFR*, segundo as Tabelas Brasileiras (2005).

Ingredientes		Inicial					Crescimento					Terminação				
Milho	%	58,97	54,61	52,59	54,65	50,83	61,31	56,64	54,16	55,73	52,32	63,65	60,78	58,14	57,62	56,25
Milho Far. Glúten -60%	%	3,96	0,00	0,00	0,00	0,00	4,22	0,00	0,00	0,00	0,00	2,21	0,00	0,00	0,00	0,00
Óleo de Soja	%	2,39	4,17	4,38	4,16	4,98	3,35	5,26	5,60	5,45	6,23	4,71	5,82	6,27	6,45	6,91
Soja Farelo -45%	%	30,03	36,31	38,73	36,31	39,03	26,86	33,56	36,16	34,23	36,48	25,91	29,64	32,04	32,13	32,36
Fosfato Bicálcico	%	1,85	1,84	1,82	1,84	1,83	1,70	1,69	1,67	1,69	1,68	1,44	1,44	1,43	1,43	1,43
Sal Comum	%	0,59	0,62	0,27	0,50	0,21	0,51	0,42	0,23	0,48	0,21	0,49	0,15	0,17	0,39	0,17
L-Lisina HCl	%	0,35	0,20	0,12	0,20	0,12	0,33	0,17	0,08	0,15	0,08	0,27	0,18	0,10	0,10	0,10
DL-Metionina	%	0,23	0,27	0,25	0,27	0,25	0,20	0,24	0,22	0,23	0,22	0,19	0,21	0,19	0,19	0,19
L-Treonina	%	0,04	0,03	0,00	0,03	0,00	0,05	0,03	0,00	0,03	0,00	0,04	0,03	0,00	0,00	0,00
Calcário Calcítico	%	0,93	0,90	0,90	0,90	0,89	0,88	0,85	0,84	0,85	0,84	0,79	0,78	0,77	0,77	0,77
Bicar. Sódio NaHCO ₃	%	0,00	0,45	0,34	0,00	0,59	0,00	0,54	0,36	0,00	0,59	0,00	0,69	0,41	0,07	0,62
Cloreto de K KCl	%	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sulfato de Potássio K ₂ SO ₄	%	0,00	0,00	0,01	0,52	0,67	0,00	0,00	0,07	0,58	0,76	0,00	0,00	0,18	0,56	0,90
Cloreto de Ca CaCl ₂	%	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Polimax F-pré Inicial (Fatec)	%	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Polimax F2-Crescimento (Fatec)	%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Polimax F3-Acabamento (Fatec)	%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30

continua

* Programa Prático para Formulação de Rações (http://www.foa.unesp.br/downloads/file_detalhes.asp?CatCod=4&SubCatCod=138&FileCod=1624)

Nutrientes (Composição calculada ¹)		Inicial					Crescimento					Terminação					continuação
		kcal/kg	3050	3050	3050	3050	3050	3150	3150	3150	3150	3150	3250	3250	3250	3250	3250
Energia Met. Aves	kcal/kg	3050	3050	3050	3050	3050	3150	3150	3150	3150	3150	3250	3250	3250	3250	3250	
Proteína Bruta (PB)	%	21,37	21,34	22,15	21,34	22,14	20,25	20,21	21,07	20,41	21,05	18,72	18,76	19,53	19,52	19,51	
Cálcio	%	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	
P Disponível	%	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	
Potássio	%	0,72	0,82	0,86	1,04	1,13	0,67	0,77	0,84	1,02	1,13	0,66	0,71	0,82	0,98	1,12	
Sódio	%	0,25	0,39	0,22	0,22	0,26	0,22	0,33	0,21	0,21	0,26	0,21	0,26	0,20	0,19	0,25	
Cloro	%	0,51	0,45	0,23	0,40	0,19	0,41	0,33	0,20	0,36	0,18	0,39	0,17	0,17	0,30	0,17	
Ácido Linoléico	%	2,62	3,49	3,58	3,48	3,88	3,16	4,10	4,25	4,19	4,56	3,91	4,45	4,66	4,75	4,97	
Lisina Dig.	%	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	
Metionina Dig.	%	0,55	0,56	0,55	0,56	0,55	0,50	0,52	0,51	0,51	0,51	0,46	0,47	0,46	0,46	0,46	
Metionina + Cistina Dig.	%	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	
Triptofano Dig.	%	0,21	0,24	0,25	0,24	0,25	0,20	0,22	0,24	0,23	0,24	0,19	0,20	0,21	0,21	0,21	
Treonina Dig.	%	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	
Arginina Dig.	%	1,25	1,36	1,43	1,36	1,43	1,16	1,28	1,35	1,30	1,36	1,10	1,17	1,23	1,24	1,24	
Valina Dig.	%	0,89	0,89	0,93	0,89	0,93	0,85	0,85	0,89	0,86	0,89	0,78	0,78	0,82	0,82	0,82	
Isoleucina Dig.	%	0,82	0,84	0,88	0,84	0,88	0,78	0,79	0,84	0,80	0,84	0,72	0,73	0,77	0,77	0,77	
Leucina Dig.	%	1,94	1,70	1,76	1,70	1,75	1,89	1,63	1,69	1,64	1,68	1,68	1,54	1,60	1,59	1,59	
Histidina Dig.	%	0,52	0,53	0,56	0,53	0,56	0,50	0,51	0,53	0,51	0,53	0,47	0,47	0,50	0,49	0,49	
Fenilalanina Dig.	%	1,01	0,98	1,02	0,98	1,02	0,96	0,92	0,97	0,94	0,97	0,87	0,86	0,90	0,90	0,90	
Fenilalanina + Tirosina Dig.	%	1,73	1,64	1,72	1,64	1,72	1,65	1,56	1,64	1,58	1,64	1,49	1,44	1,51	1,51	1,51	
Lisina Total	%	1,28	1,29	1,29	1,29	1,29	1,18	1,19	1,19	1,19	1,19	1,09	1,10	1,10	1,10	1,10	
Metionina Total	%	0,73	0,75	0,74	0,75	0,74	0,67	0,68	0,68	0,68	0,68	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	
Metionina + Cistina Total	%	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,00	1,00	1,01	1,00	1,01	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	
Triptofano Total	%	0,24	0,26	0,28	0,26	0,28	0,22	0,25	0,26	0,25	0,26	0,21	0,23	0,24	0,24	0,24	
Treonina Total	%	0,85	0,85	0,86	0,85	0,86	0,81	0,81	0,82	0,81	0,82	0,75	0,75	0,76	0,76	0,76	
Arginina Total	%	1,31	1,42	1,49	1,42	1,50	1,22	1,34	1,42	1,36	1,42	1,15	1,22	1,29	1,29	1,30	
Glicina + Serina Total	%	1,89	1,93	2,01	1,93	2,01	1,78	1,83	1,92	1,85	1,92	1,66	1,69	1,77	1,77	1,77	
Valina Total	%	1,00	1,00	1,05	1,00	1,05	0,95	0,95	1,00	0,96	1,00	0,88	0,88	0,92	0,92	0,92	
Isoleucina Total	%	0,90	0,92	0,97	0,92	0,97	0,85	0,87	0,92	0,88	0,92	0,78	0,80	0,84	0,84	0,84	
Leucina Total	%	1,68	1,84	1,90	1,84	1,89	1,59	1,76	1,83	1,77	1,82	1,57	1,66	1,72	1,72	1,71	
Histidina Total	%	0,56	0,57	0,59	0,57	0,59	0,53	0,54	0,56	0,55	0,56	0,50	0,50	0,53	0,53	0,52	
Fenilalanina Total	%	1,09	1,06	1,11	1,06	1,11	1,04	1,00	1,05	1,02	1,05	0,94	0,93	0,98	0,98	0,98	
Fenilalanina + Tirosina Total	%	1,85	1,78	1,86	1,78	1,85	1,77	1,69	1,77	1,70	1,77	1,60	1,56	1,64	1,64	1,64	

continua

continuação

		Inicial					Crescimento					Terminação				
Matéria Seca	%	83,99	83,93	84,48	83,94	83,81	84,42	84,34	84,79	84,32	84,10	85,14	85,03	85,27	85,08	84,56
Coef. Dig. PB Aves	%	82,58	80,89	81,34	80,91	80,09	81,94	80,12	80,35	79,94	79,04	81,24	80,12	80,03	79,65	78,68
PB Digestível Aves	%	18,97	19,05	19,91	19,05	19,91	17,96	18,05	18,96	18,26	18,96	16,61	16,72	17,52	17,52	17,52
Gordura	%	5,11	6,73	6,90	6,72	7,44	6,11	7,84	8,13	8,01	8,70	7,48	8,48	8,87	9,03	9,45
Coef. Dig. Gordura Aves	%	75,30	72,36	71,91	72,38	71,01	77,02	73,89	73,23	73,56	72,29	78,09	76,27	75,47	75,20	74,50
Gordura Dig. Aves	%	4,57	6,06	6,21	6,05	6,72	5,54	7,13	7,40	7,29	7,93	6,84	7,77	8,13	8,28	8,68
Ácido Linolênico	%	0,19	0,32	0,34	0,32	0,38	0,26	0,40	0,42	0,41	0,47	0,35	0,43	0,47	0,48	0,51
Amido	%	41,13	38,62	37,65	38,64	36,59	42,23	39,54	38,31	39,06	37,21	43,29	41,64	40,29	39,98	39,15
Fibra Bruta (FB)	%	2,69	2,91	3,00	2,91	2,99	2,56	2,80	2,89	2,82	2,88	2,53	2,66	2,74	2,73	2,72
FDN	%	11,34	11,45	11,55	11,45	11,38	11,20	11,31	11,38	11,29	11,20	11,21	11,25	11,27	11,22	11,10
FDA	%	4,88	4,90	5,02	4,90	4,98	4,73	4,74	4,87	4,77	4,83	4,56	4,57	4,67	4,66	4,63
Ext. Não Nitrogenado (ENN)	%	52,70	50,45	49,72	50,48	48,54	53,49	51,08	50,08	50,62	48,85	54,39	52,88	51,71	51,36	50,44
Coef. Dig. ENN Aves1	%	67,46	61,48	60,35	61,52	58,82	68,91	62,52	61,02	61,88	59,42	68,81	65,14	63,44	62,98	61,79
ENN Dig. Aves	%	43,08	39,77	38,65	39,80	37,50	44,41	40,87	39,45	40,32	38,26	45,38	43,26	41,73	41,39	40,50
Matéria Orgânica (MO)	%	81,37	81,06	81,53	81,07	80,87	81,95	81,61	81,97	81,57	81,28	82,73	82,48	82,65	82,45	81,93
Matéria Mineral	%	2,58	2,84	2,95	2,84	2,95	2,43	2,70	2,82	2,73	2,82	2,37	2,52	2,63	2,63	2,62
Fósforo (P) Total	%	0,66	0,66	0,67	0,66	0,67	0,62	0,63	0,63	0,63	0,63	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57
Energia Bruta	kcal/kg	3964	4015	4053	4015	4052	4030	4084	4123	4093	4123	4108	4139	4174	4174	4173
Energia Met. Verd. Aves	kcal/kg	3194	3207	3214	3207	3215	3296	3310	3318	3312	3319	3402	3410	3417	3417	3418
Magnésio	%	0,14	0,14	0,15	0,14	0,15	0,13	0,14	0,14	0,14	0,14	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13
Manganês	mg/kg	83,09	84,71	85,33	84,71	85,35	81,79	83,52	84,17	83,67	84,19	67,82	68,77	69,36	69,36	69,38
Ferro	mg/kg	201,40	204,52	206,85	204,52	206,75	191,73	195,06	197,49	195,60	197,39	178,73	180,62	182,77	182,74	182,67
Cobre	mg/kg	14,75	15,13	15,56	15,13	15,57	14,21	14,62	15,07	14,73	15,08	13,67	13,92	14,32	14,33	14,34
Zinco	mg/kg	77,07	78,12	78,84	78,13	78,64	71,05	72,17	72,89	72,30	72,68	61,46	62,07	62,66	62,60	62,44
Selênio	mg/kg	0,39	0,41	0,42	0,41	0,42	0,38	0,40	0,41	0,40	0,41	0,37	0,38	0,39	0,39	0,39
Co	mg/kg	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
I	mg/kg	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81
BE² = Na+K-Cl (mEq)	mEq	150	250	250	250	350	150	250	250	250	350	150	250	250	250	350
RE³ = (K+Cl)/Na	-	3	2	3	4	3	3	2	3	4	3	3	2	3	4	3

cotinua

continuação

		Inicial					Crescimento					Terminação				
COLINA	mg/kg	1604	1735	1789	1735	1786	1378	1518	1573	1530	1571	1259	1336	1385	1385	1383
Vitamina A	UI/kg	11010	11010	11010	11010	11010	8010	8010	8010	8010	8010	5010	5010	5010	5010	5010
Vitamina D 3	UI/kg	2010	2010	2010	2010	2010	1800	1800	1800	1800	1800	1005	1005	1005	1005	1005
Vitamina E	UI/kg	17,01	17,01	17,01	17,01	17,01	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00
Vitamina K3	mg/kg	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,01	2,01	2,01	2,01	2,01	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20
Vitamina B1	mg/kg	2,01	2,01	2,01	2,01	2,01	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Vitamina B2	mg/kg	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	4,02	4,02	4,02	4,02	4,02	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40
Ac. Nicotínico	mg/kg	40,02	40,02	40,02	40,02	40,02	28,02	28,02	28,02	28,02	28,02	17,01	17,01	17,01	17,01	17,01
Ac. Pantotênico	mg/kg	11,22	11,22	11,22	11,22	11,22	11,22	11,22	11,22	11,22	11,22	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00
Vitamina B6	mg/kg	2,01	2,01	2,01	2,01	2,01	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
Vitamina B12	mg/kg	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Ácido Fólico	mg/kg	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Biotina	mg/kg	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Flúor	%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cromo	mg/kg	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,30	0,29	0,29	0,29	0,29	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Chumbo	mg/kg	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,41	0,41	0,40	0,40	0,40	0,35	0,35	0,34	0,34	0,34
Níquel	mg/kg	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28
Cádmio	mg/kg	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Vanádio	mg/kg	1,37	1,36	1,35	1,36	1,35	1,26	1,25	1,24	1,25	1,24	1,07	1,06	1,06	1,06	1,06
Coccidiostático	mg/kg	80,01	80,01	80,01	80,01	80,01	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Promotor de crescimento	mg/kg	100,02	100,02	100,02	100,02	100,02	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Antioxidante	mg/kg	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00

¹ Exigências das Tabelas Brasileiras (2005), exceto para BE e RE. ² Balanço Eletrolítico. ³ Relação Eletrolítica.