

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL

**NIVEIS DE FÓSFORO, DE CÁLCIO E DE CLORETO DE
SÓDIO PARA AVES DE LINHAGENS DE CRESCIMENTO
LENTO CRIADAS EM SISTEMA SEMI-CONFINADO**

Sandra Regina Freitas Pinheiro

Zootecnista

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL
Abril de 2009

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL

**NIVEIS DE FÓSFORO, DE CÁLCIO E DE CLORETO DE
SÓDIO PARA AVES DE LINHAGENS DE CRESCIMENTO
LENTO CRIADAS EM SISTEMA SEMI-CONFINADO**

Sandra Regina Freitas Pinheiro

Orientadora: Prof^a Dr^a Nilva Kazue Sakomura

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Doutor em Zootecnia.

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL
Abril de 2009

Pinheiro, Sandra Regina Freitas
P654n Níveis de fósforo, de cálcio e de cloreto de sódio para aves de
linhagens de crescimento lento criadas em sistema semi-confinado /
Sandra Regina Freitas Pinheiro. -- Jaboticabal, 2009
iv, 104 f. ; 28 cm

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de
Ciências Agrárias e Veterinárias, 2009
Orientador: Nilva Kazue Sakomura
Banca examinadora: Luiz Fernando Teixeira Albino. José Roberto
Sartori. Euclides Braga Malheiros. Maria Cristina Thomaz.
Bibliografia

1. Aves caipiras. 2. Eletrólitos. 3. Minerais. 4. Ossos. I. Título. II.
Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 636.5:636.087

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação –
Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.

DADOS CURRICULARES DA AUTORA

SANDRA REGINA FREITAS PINHEIRO – filha de Orestes Rodrigues Pinheiro e Sônia Maria de Oliveira Pinheiro, nasceu em Muriaé, MG, no dia 05 de janeiro de 1971. Concluiu o ensino médio em 1988 no Centro Educacional de Muriaé. Em março de 1999 ingressou no curso de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa-MG e em janeiro de 2004 graduou-se no referido curso. Em março de 2004, iniciou o curso de mestrado em Zootecnia, na mesma instituição, na área de Nutrição de Monogástricos, sob a orientação do professor Dr. Sérgio Luiz de Toledo Barreto, defendendo sua dissertação em 20 de fevereiro de 2006. Ingressou no curso de doutorado, em março de 2006, na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Câmpus de Jaboticabal, sob orientação da professora Dr^a Nilva Kazue Sakomura, defendendo esta tese em 24 de abril de 2009.

“Talvez não tenhamos conseguido fazer o melhor. Mas lutamos para que o melhor fosse feito. Não somos o que deveríamos ser, não somos o que iremos ser, mas graças a Deus não somos o que éramos”.

Martin Luther King

À Deus, pela força e ajuda nos momentos difíceis.

Aos meus pais, Orestes e Sônia pela minha formação, pelo amor a mim

dedicado, pelas orações e apoio em minhas decisões.

Aos irmãos, Cláudio, Vânia e Marcelo, pelo apoio, paciência e carinho.

Aos sobrinhos pelas alegrias, carinho e compreensão em minha ausência.

Dedico este trabalho.

AGRADECIMENTOS

À Deus pela força e por iluminar os meus caminhos e abençoar os meus passos.

À professora Nilva Kazue Sakomura, por ter confiado em mim, desde o momento em que fui solicitar sua orientação, e mesmo sem me conhecer, acreditou em mim. Pela ajuda necessária para que meus experimentos fossem realizados da melhor forma possível, obrigado!

À FCAV-UNESP e ao programa de Pós-graduação em Zootecnia pela oportunidade de realização do curso.

Ao CNPq pela concessão da bolsa de estudo, pois sem ela eu não poderia ter continuado.

À empresa Globoaves São Paulo Agroavícola Ltda., pela doação dos pintinhos.

Ao Laboratório de Bioengenharia da Universidade de São Paulo, câmpus de Ribeirão Preto, em especial o professor Dr. Antônio Carlos Shimano pela ajuda nas análises ósseas.

Ao Laboratório de Patologia Clínica do Hospital Veterinário, Unesp, câmpus de Jaboticabal, em especial ao técnico Geninho, pelas análises sanguíneas.

Ao professor Dr. Jairo Osvaldo Cazetta por me socorrer nas análises dos minerais.

Aos professores Euclides Braga Malheiros, Maria Cristina Thomaz, Vera Maria Barbosa de Morães e Renato Luis Furlan pelas contribuições no exame de qualificação e àqueles que compuseram a banca da defesa de tese, José Roberto Sartori e Luíz Fernando Teixeira Albino.

Aos funcionários do Setor de Avicultura Robson, Vicente, Izildo e João, que não mediram esforços para que os experimentos fossem executados, obrigado pela ajuda, amizade, apoio e pelas brincadeiras. E como disse uma colega, vocês são verdadeiros heróis!

Aos funcionários da fábrica de ração Sandra, Sr. Osvaldo e Elinho pela ajuda na manufatura das rações.

Aos funcionários do departamento de Zootecnia, Adriana, Fieno, Cássia e Dona Maria pela ajuda.

À todos os funcionários da pós-graduação, da seção de graduação e da biblioteca pelas orientações e ajuda.

Às amigas da república Marinês, Karla, Gisele, Carla, Marianne, Fernanda, Ana Paula, Ludmila, Lidiane e a agregada Ronilda, pela paciência, carinho, amizade e compreensão nos momentos difíceis.

Ao colega de curso, Jefferson por me ensinar várias coisas na qual eu ainda não sabia e aos outros “irmãos” de orientação, Leilane, Simara, Dáphinne, Iris, Melina, Ellen, Nei e Mariana que sempre me ajudaram na condução dos experimentos. Obrigado pela amizade e pelos momentos de descontração, que fizeram com que minha adaptação em Jaboticabal fosse menos difícil.

Aos estagiários que colaboraram neste trabalho e em outros, Perna, Cravo, Stink, Kakareco, Renato, Randy, Ana Luiza, Juliana, Poliana, Josi, Daniele, Eveline, Vítor, Soslaio, André e Danilo. Obrigado pela contribuição e pela paciência que tiveram comigo.

Aos amigos dos almoços e dos churrascos nas repúblicas, Marcos, Léo, Karoll, Vanessa, Janaína e Pedro.

Às grandes amigadas que fiz Marinês, Juliana, Dáphinne, Leilane, Simara, Anna Paula e Ana Carolina, cada uma de uma forma especial me ensinaram e me completaram. Obrigado pela companhia em momentos felizes e tristes, pelas conversas e conselhos.

Aos animais que participaram involuntariamente para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	iii
SUMMARY	iv
CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES INICIAIS	1
1.1 INTRODUÇÃO	1
1.2. Aspectos metabólicos do cálcio, fósforo, sódio e cloro no organismo animal	3
1.3 Níveis nutricionais de cálcio e de fósforo disponível para frangos de corte	8
1.4 Níveis nutricionais de cloreto de sódio e/ou sódio e cloro para frangos de corte	12
1.5 Objetivos Gerais	14
CAPÍTULO 2 – NÍVEIS DE FÓSFORO DISPONÍVEL EM RAÇÕES PARA AVES DE CRESCIMENTO LENTO CRIADAS EM SISTEMA SEMI-CONFINADO.....	15
RESUMO:.....	15
AVAILABLE PHOSPHORUS LEVELS IN DIETS FOR SLOW-GROWING BIRDS REARED IN FREE-RANGE SYSTEM.....	16
SUMMARY	16
2.1 INTRODUÇÃO	17
2.2 MATERIAL E MÉTODOS	18
2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	25
2.3.1 Níveis de fósforo disponível para aves da linhagem ISA Label na fase inicial (1 a 28 dias de idade)	25
2.3.2. Níveis de fósforo disponível para aves da linhagem ISA Label na fase crescimento (28 a 56 dias de idade)	30
2.3.3. Níveis de fósforo disponível para aves da linhagem ISA Label na fase final (56 a 84 dias de idade)	35
2.4. CONCLUSÕES	40
CAPÍTULO 3 – NÍVEIS DE CÁLCIO EM RAÇÕES PARA AVES DE CRESCIMENTO LENTO CRIADAS EM SISTEMA SEMI-CONFINADO	41
RESUMO.....	41

CALCIUM LEVELS IN DIETS FOR SLOW-GROWING BIRDS REARED IN FREE-RANGE SYSTEM.....	42
SUMMARY	42
3.1. INTRODUÇÃO	43
3.2. MATERIAL E MÉTODOS.....	45
3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	52
3.3.1. Níveis de cálcio para aves da linhagem ISA Label na fase inicial (1 a 28 dias de idade).....	52
3.3.2. Níveis de cálcio para aves da linhagem ISA Label na fase de crescimento (28 a 56 dias de idade)	57
3.3.3. Níveis de cálcio para aves da linhagem ISA Label na fase final (56 a 84 dias de idade).....	61
3.4. CONCLUSÕES	65
CAPÍTULO 4- NÍVEIS DE CLORETO DE SÓDIO EM RAÇÕES PARA AVES DE CRESCIMENTO LENTO CRIADAS EM SISTEMA SEMI-CONFINADO.....	66
RESUMO.....	66
SODIUM CHLORIDE LEVELS IN DIETS FOR SLOW-GROWING BIRDS REARED IN FREE-RANGE SYSTEM.....	67
SUMMARY	67
4.1 INTRODUÇÃO	68
4.2. MATERIAL E MÉTODOS.....	70
4.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	76
4.3.1 Níveis de cloreto de sódio (NaCl) para aves da linhagem Colonial na fase inicial (1 a 28 dias de idade)	76
4.3.2. Níveis de cloreto de sódio (NaCl) para aves da linhagem Colonial na fase crescimento (28 a 56 dias de idade)	82
4.3.3. Níveis de cloreto de sódio (NaCl) para aves da linhagem Colonial na fase final (56 a 84 dias de idade).....	89
4.4. CONCLUSÕES	94
4.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	94
CAPÍTULO 5 – IMPLICAÇÕES	104

NÍVEIS DE FÓSFORO, DE CÁLCIO E DE CLORETO DE SÓDIO PARA AVES DE LINHAGENS DE CRESCIMENTO LENTO CRIADAS EM SISTEMA SEMI-CONFINADO

RESUMO: Apesar da crescente demanda por produtos de aves alternativas, nota-se que existem poucas pesquisas avaliando as exigências nutricionais destas aves. Dessa forma, objetivou-se determinar os níveis nutricionais de fósforo disponível (Pd), de cálcio (Ca) e de cloreto de sódio (NaCl) para aves de ambos os sexos de linhagens de crescimento lento. Foram realizados três experimentos, abrangendo as fases inicial (um a 28 dias), crescimento (28 a 56 dias) e final (56 a 84 dias). Em cada ensaio, 480 aves com idade correspondente à fase de criação foram alojadas nas instalações experimentais constituídas por 24 piquetes que dispunham de área coberta e de pastejo. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, sendo os tratamentos constituídos em esquema fatorial 4x2 (níveis dos macrominerais e sexo), totalizando em oito tratamentos e três repetições de 20 aves cada. Na fase inicial recomendam-se os níveis de 0,394 e 0,489% de Pd para machos e fêmeas, respectivamente, e os níveis de 1,16% de Ca e 0,528% de NaCl para aves de ambos os sexos. Para a fase de crescimento o nível de Pd recomendado é de 0,351% para ambos os sexos e os níveis de Ca são de 0,779% para os machos e 0,881% para as fêmeas e os de NaCl são de 0,396 e 0,430% para machos e fêmeas, respectivamente. Na fase final os níveis recomendados de Pd são de 0,325 e 0,298% para machos e fêmeas, respectivamente, e os níveis de 0,686% de Ca e 0,250% de NaCl, recomendados para aves de ambos os sexos.

Palavras-Chave: aves alternativas, desempenho, eletrólitos, minerais, ossos

PHOSPHORUS, CALCIUM AND SODIUM CHLORIDE LEVELS FOR SLOW GROWING BIRDS REARED IN FREE-RANGE SYSTEM

SUMMARY: Despite the growing demand for alternative poultry note that there are few studies assessing the nutritional requirements of these birds. Thus, the objective of this study was to determine the nutrient levels of available phosphorus (aP), calcium (Ca) and sodium chloride (SC) for male and female birds of strains of slow growing. Three assays were conducted, in the starter (one to 28 days), growth (28 to 56 days) and finisher (56 to 84 days) phases. In each assay, 480 birds with age corresponding to the phase were housed in 24 pens constituted by shelter and pasture area pickets. The experimental design was randomized in factorial arrangement 4x2 (macro minerals levels and sexes), with eight treatments and three replications of 20 birds each. In the starter phase is the recommended levels of 0.394 and 0.489% of aP for males and females, respectively, and 1.16% of Ca and 0.528% of NaCl levels for birds of both sexes. For the growth phase the recommended level is 0.351% of aP for both sexes and the levels of Ca are 0.779% for males and 0.881% for females and of NaCl are 0.396% and 0.430% for males and females, respectively. In the finisher phase the recommended levels of aP are 0.325% and 0.298% for males and females, respectively, and levels of 0.686% Ca and 0.250% NaCl, recommended for birds of both sexes.

Keywords: alternative poultry, bones, electrolyte, minerals, performance

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES INICIAIS

1.1 INTRODUÇÃO

A criação de aves caipira, linhagens de crescimento lento, é uma atividade simples devido ao fato dessas aves possuírem grande rusticidade, resistência e adaptação às diversas condições ambientais, podendo ser criadas em instalações rústicas e/ou aproveitando áreas não utilizadas na propriedade. No sistema de criação semi-confinado, uma parte do tempo, as aves ficam soltas em área cercada, ao ar livre, tendo a opção de se exercitar, ciscar e procurar áreas mais frescas devido ao sombreamento; sendo recolhidas à noite para áreas cobertas, estando protegidas das intempéries e dos predadores.

Bem diferente da criação de fundo de quintal, na produção comercial dessas aves, utiliza-se material genético melhorado, em geral, híbridos que possuem boa produtividade aliada à grande rusticidade e alta resistência, porém com crescimento mais lento (machos e fêmeas são abatidos entre 80 a 90 dias de idade) que os frangos industriais e mais rápido que aves sem raça definida (XANGAI, 2006).

Para pequenos e médios produtores rurais que visam aumentar sua renda, a criação destas aves desponta-se como uma excelente oportunidade de negócios, pois nos últimos anos, vem crescendo a preferência de alguns consumidores em adquirir produtos de aves caipiras, e estes estão dispostos à investir um pouco mais e consumir um produto diferenciado. Entretanto, para garantir o sucesso da criação, os produtores precisam lançar mão de algumas técnicas de manejo, nutrição e sanidade, a fim de garantir maior produção e comercialização de seus produtos.

Estando ciente da crescente demanda por estes produtos e preocupado em regularizar a produção destas aves, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento normatizou o sistema de produção de frangos caipiras (Ofício Circular DOI/DIPOA n° 007/99 de 19.05.1999). Esta norma contém critérios estabelecidos pelo Serviço de Inspeção de Carnes e Derivados para a produção, abate, controle

laboratorial e certificação de frangos criados sem o uso de antibióticos, anticoccidianos, promotores de crescimento ou ingredientes de origem animal na ração.

Apesar da crescente demanda, verifica-se ainda, que a maioria das pesquisas realizadas com linhagens de crescimento lento, têm sido na área do melhoramento genético, existindo carência em pesquisas que avaliem as exigências nutricionais destas aves, sendo necessário fazer inferências dos resultados obtidos pelas linhagens convencionais e aplicá-los a estas.

A princípio esta prática parece incorreta, pois é sabido que existem vários fatores influenciando as exigências nutricionais dos animais, como a interrelação entre nutrientes, consumo de nutrientes, nível de energia da dieta, genética, sexo, disponibilidade dos nutrientes, idade do animal, condições ambientais, além de outros (MAYNARD e LOOSLI, 1974).

Do custo total da produção avícola, cerca de 70% é atribuído à alimentação, sendo que dentre os seus componentes, as fontes de energia e de proteína são os ingredientes mais onerosos, seguidos pela de fósforo (BRUGALLI et al., 1999; RUNHO et al., 2001; ALVARENGA et al., 2008).

Além do custo elevado para atender as exigências de fósforo das aves, existe ainda a preocupação pela contribuição desse nutriente com a contaminação ambiental, pela excreção do fósforo não absorvido, o fitato, presente nos alimentos vegetais. Para contornar este problema, muitas pesquisas têm sido realizadas visando diminuir o fósforo excretado pelas aves sem, contudo, comprometer o desempenho animal.

GUEGUEM (1990) relatou que o cálcio de origem vegetal é pouco solúvel e absorvível, por estar em grande parte insolubilizado sob a forma de fitato ou oxalato. Assim, é necessária a suplementação de cálcio para corrigir esta deficiência. Frequentemente, o cálcio é suplementado na forma de carbonato de cálcio proveniente do calcário nas rações de aves e suínos, mas outras fontes podem ser utilizadas, como a farinha de ostras e uma série de produtos quimicamente processados.

Nas rações de aves, o cloreto de sódio serve como condimento e nutriente, 39,74% de sódio (Na) e 60,23% de cloro (Cl) (BORGES et al., 1998), e sua ingestão tende a ser variável (0,25 a 0,50%). No entanto, apesar da importância dos macro-

minerais presentes no cloreto de sódio para o metabolismo das aves, suas exigências têm sido pouco estudadas, provavelmente pelo fato de possuir baixo custo.

Quando o sal comum é retirado das rações, o sódio aparece como primeiro limitante, porque o nível de sódio é mais baixo do que o de cloro, na maioria dos ingredientes para rações (ANDRIGUETTO et al., 1985).

Diante deste contexto, fica evidente a necessidade de pesquisas para avaliar os níveis nutricionais de fósforo, cálcio e cloreto de sódio para aves de crescimento lento, a fim de se obter programas corretos de alimentação específicos para a linhagem em questão.

1.2. Aspectos metabólicos do cálcio, fósforo, sódio e cloro no organismo animal

Os minerais possuem funções importantes no organismo, desta forma tanto o excesso como a deficiência dos mesmos impossibilita o máximo desenvolvimento animal. O cálcio e o fósforo são responsáveis por diversas funções orgânicas, mas a principal função é a mineralização da matriz óssea.

Segundo o NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC (1994), a associação destes macrominerais para a absorção é preconizada na relação de 2:1 (cálcio: fósforo), para a maioria das rações de aves, com exceção daquelas de aves de postura. Se houver um desbalanço destes minerais, afeta a relação e interfere no processo de absorção de ambos componentes.

O esqueleto ósseo funciona como um reservatório para o cálcio e o fósforo, sendo que 99% do cálcio e 80% do fósforo do organismo encontram-se nos ossos e dentes (UNDERWOOD e SUTTLE, 1999; JUNQUEIRA e CARNEIRO, 2004).

Além da formação e manutenção da estrutura óssea, o cálcio é demandado pelas aves para adequado crescimento e utilização eficiente dos alimentos, formação da casca do ovo, transmissão de impulsos nervosos, coagulação sangüínea, contração

muscular, ativação de sistemas enzimáticos e envolvimento com a secreção de diferentes hormônios (UNDERWOOD e SUTTLE, 1999; SÁ et al., 2004,b).

A concentração de cálcio no sangue e nos tecidos deve ser mantida constante, porém sabe-se que ocorre um intercâmbio contínuo entre o cálcio do plasma sanguíneo e dos ossos, portanto, o cálcio dietético absorvido seria responsável pelo aumento na concentração desse íon na corrente sanguínea se não fosse a rápida deposição mineral no tecido ósseo (JUNQUEIRA e CARNEIRO, 2004).

Em situações de baixa concentração sanguínea, ocorre a mobilização do cálcio dos ossos para o sangue no intuito de manter o equilíbrio orgânico. A mobilização do cálcio depositado nos ossos é feita por dois mecanismos. O primeiro é a transferência dos íons dos cristais de hidroxiapatita para o líquido intersticial, do qual o cálcio passa para o sangue e o segundo mecanismo, sendo de ação lenta, é devido à ação do hormônio paratormônio (PTH) no tecido ósseo. O PTH aumenta o número de osteoclastos e a reabsorção da matriz óssea, liberando fosfato de cálcio e aumentando a calcemia, atua sobre os rins diminuindo a excreção de fósforo e estimulando a síntese de vitamina D ativa (McDOWELL, 1992). A secreção do paratormônio é regulada em resposta a flutuações na concentração de cálcio (UNDERWOOD e SUTTLE, 1999; PIZAURO Jr., 2002).

Outro hormônio que atua no metabolismo do cálcio para manter normal o seu nível no plasma é a calcitonina, produzido pelas células parafoliculares da tireóide, que age inibindo a reabsorção da matriz óssea e, portanto, a mobilização do cálcio. O estímulo para sua secreção é dado quando os níveis de cálcio estão elevados no sangue (UNDERWOOD e SUTTLE, 1999; MAIORKA e MACARI, 2002; JUNQUEIRA e CARNEIRO, 2004).

A homeostase do cálcio no fluido extracelular também sofre efeito da vitamina D, que possui papel importante no metabolismo do Ca e P, sendo que a deficiência de cálcio pode ser devido à carência desse mineral na dieta ou à falta de vitamina D, responsável pela absorção intestinal do mesmo. A vitamina D atua sobre o DNA do enterócito, induzindo a produção do RNAm, responsável pela codificação da proteína transportadora do cálcio através da membrana celular.

Assim como o cálcio, o fósforo participa de inúmeras funções no organismo, estando envolvido em várias reações metabólicas, sendo responsável juntamente com o cálcio pela formação e manutenção dos ossos. É também essencial para utilização e transferência de energia (na forma de ATP), é integrante dos ácidos nucleicos, em associação aos lipídeos forma os compostos de fosfolipídios que são os principais componentes da membrana plasmática, participa como componente ativador e constituinte de complexos co-enzimáticos como o NAD e NADP, forma o sistema tampão fosfato, visando à manutenção do equilíbrio ácido-básico e osmótico do organismo (McDOWELL, 1992; RUNHO et al., 2001; TREVIZAN, 2003).

O fósforo é absorvido no intestino delgado por transporte ativo com gasto de energia, sendo estimulado pela presença de vitamina D e dependente de sódio. A quantidade absorvida de fósforo dependerá da fonte fornecida, da relação cálcio: fósforo, pH intestinal, vitamina D, magnésio, ferro, alumínio entre outros fatores (MAIORKA e MACARI, 2002). Após a absorção, o fósforo circula pelo corpo e é extraído do sangue para ser depositado nos ossos, podendo também ser reabsorvido dos ossos para manter níveis normais no plasma sanguíneo. Como ocorre com o cálcio, os níveis sanguíneos de fósforo também são controlados pelos hormônios calcitonina e PTH, por meio de sua relação com a forma ativa da vitamina D.

O Na e o Cl são macrominerais essenciais ao metabolismo animal e são facilmente suplementados nas rações sob a forma de cloreto de sódio. Como elementos essenciais, exercem funções importantes no organismo animal, como a manutenção da pressão osmótica, o equilíbrio ácido-básico, o controle da passagem de nutrientes para as células, e o metabolismo de água em geral. Uma deficiência de qualquer um destes elementos resulta em perda de apetite, atraso de crescimento, perda de peso e, no adulto nível sanguíneo mais baixo (MAYNARD e LOOSLI, 1974).

Quando a ingestão desses minerais se reduz ao mínimo, o organismo adapta-se de maneira que a eliminação de Na^+ e Cl^- na urina quase cessa. No entanto, em maiores ingestões haverá maior excreção e a exigência de água aumenta proporcionalmente. Os rins são os órgãos reguladores que, pela sua atividade

secretora, controlam a concentração de eletrólitos no sangue (MAYNARD e LOOSLI, 1974).

O organismo conta com aproximadamente 0,2% de Na e parte está localizado no esqueleto na forma insolúvel, entretanto, a maior parte encontra-se nos fluidos extracelulares, participando de um metabolismo muito ativo. No soro sangüíneo, representa cerca de 93% das bases, sendo predominante na regulação da neutralidade (MAYNARD e LOOSLI, 1974).

Após a sua ingestão, os sais de Na são prontamente absorvidos, principalmente na porção superior do intestino delgado (jejuno), embora sua absorção possa ocorrer ao longo de todo intestino. O sistema de absorção do Na pela membrana do enterócito pode ser por co-transporte com moléculas orgânicas (Na^+ -glicose), por absorção acoplada de Na^+ -cloreto, por processo de troca com o H^+ (Na^+/H^+) e por difusão simples através de canais iônicos na membrana apical. Sendo transportado para fora da célula ativamente por ação da ATPase Na-K da membrana plasmática basolateral (MAIORKA e MACARI, 2002; CUNNINGHAM, 2004).

Assim como Na, o Cl é encontrado em grandes concentrações fora das células dos tecidos orgânicos, dessa forma, grande quantidade desse íon está presente no líquido extracelular, tanto do plasma sangüíneo como o líquido intersticial (GUYTON, 1991). O transporte do Cl ocorre por mecanismos, especialmente na região do íleo, envolvendo a secreção de bicarbonato para o lúmen intestinal e, conseqüentemente, a absorção do Cl para manutenção do equilíbrio eletroquímico da membrana. Outra forma de absorção do Cl é a paracelular que está relacionada com o co-transporte de Na, glicose e aminoácidos (MAIORKA e MACARI, 2002; CUNNINGHAM, 2004).

Tendo em vista a participação do Na^+ , K^+ e Cl^- no equilíbrio ácido básico do organismo e no balanço eletrolítico das rações, várias pesquisas têm sido feitas para investigar os reflexos no desempenho animal e sua relação com alterações metabólicas que levem às patologias relacionadas com o alto desempenho em aves (JUNQUEIRA et al., 2000; MURAKAMI et al., 2001; OVIEDO-RONDÓN et al., 2001; BORGES et al., 2004; VIEITES et al., 2004).

Um desequilíbrio dos principais cátions (Na^+ e K^+) e ânions (Cl^-) na dieta pode influenciar a homeostase dos fluidos corporais. Sob condições normais, a utilização dos alimentos leva a uma produção contínua de metabólitos, ácidos e básicos, que devem ser excretados para que o pH seja mantido constante. Grandes desvios do pH provocam distúrbios no metabolismo, na permeabilidade das membranas, na forma molecular das proteínas, na distribuição eletrolítica, afetando o metabolismo animal e reduzindo a produtividade. Estudos recentes sugeriram que o pH do sangue das aves varia sob condições fisiológicas, na faixa de 7,20 a 7,36 (FURLAN et al., 2002).

Nesse sentido, o controle do equilíbrio ácido-básico do organismo é de vital importância para a manutenção da homeostase orgânica, havendo envolvimento de substâncias tampões e o controle dos sistemas respiratório e renal para manterem o pH dos fluidos corporais constante. Dessa forma, o sistema respiratório altera a ventilação pulmonar causando modificações no pH sanguíneo no sentido de restaurar as condições normais.

Por sua vez, o rim favorece a excreção desses radicais ácidos ou básicos, exercendo papel relevante na manutenção do equilíbrio ácido-básico. Adicionalmente, o organismo animal possui sistemas tampões que atuam neutralizando parcialmente os ácidos e as bases que provém da dieta e do metabolismo mantendo constante os valores de pH. Dentre os sistemas tampões o mais importante é o bicarbonato (HCO_3^-)/ CO_2 (dióxido de carbono). Logo, o íon bicarbonato (HCO_3^-) é denominado base do sangue e o CO_2 dissolvido (pCO_2) ácido fraco sanguíneo (FURLAN et al., 2002).

O Na^+ e o K^+ são descritos como alcalogênicos e o Cl^- acidogênico, pois tende a reduzir o pH sanguíneo e a concentração de bicarbonato. O Na^+ sendo o principal cátion do fluido extracelular, recebe influência do rim, o qual atua no sentido de reabsorver ao máximo esse íon, substituindo-o por outros cátions. Como os ácidos fixos do sangue estão na forma de sais de sódio, um dos mecanismos para poupar Na^+ é trocá-lo por íons H^+ , resultando, por um lado, numa acidificação da urina e, por outro, na recuperação de Na^+ que é devolvido à circulação, tendo como vantagem a conservação do mesmo e a eliminação de ácido. A homeostase dos fluidos corporais

está diretamente relacionada com a ingestão, retenção e excreção de Na^+ (FURLAN et al., 2002).

1.3 Níveis nutricionais de cálcio e de fósforo disponível para frangos de corte

Os resultados de pesquisas com linhagens convencionais serão relatados a fim de que se possam fazer comparações à linhagem de crescimento lento, devido à escassez de pesquisas com a linhagem em questão.

O milho e o farelo de soja são os componentes básicos das formulações de rações para aves e suínos, no entanto, esses ingredientes possuem baixos teores de cálcio e fósforo, sendo necessária a suplementação com o uso de ingredientes comumente utilizados, como o calcário calcítico e o fosfato bicálcico, para obtenção de rações balanceadas.

Além de possuírem baixos teores desses minerais, outro problema é o conteúdo de fósforo total das matérias primas de origem vegetal, principalmente dos cereais e oleaginosas, que se encontra complexado a outros nutrientes (cálcio, magnésio, manganês, zinco, ferro, amido e grupamento amino de alguns aminoácidos), não estando disponível para os animais monogástricos. A este complexo dá-se o nome de fósforo fítico ou fitato (KESHAVARZ, 2002).

O sintoma primário da deficiência de cálcio em animais jovens é o raquitismo, que é caracterizado pela calcificação anormal dos ossos. Neste processo o cálcio e o fósforo não são depositados em quantidade suficiente na matriz óssea para desenvolver ossos densos e fortes. Em animais velhos, o sintoma da deficiência é a osteomalacia, que se caracteriza pela calcificação deficiente da matriz óssea neoformada e descalcificação parcial da matriz já calcificada, com a conseqüente fragilidade óssea (McDOWELL, 1992).

A deposição de cálcio no esqueleto é mais intensa na fase de crescimento. Dessa forma, o conteúdo de cálcio no organismo dos pintinhos aumenta de maneira

rápida na fase inicial, chegando, ao final de 30 dias de idade, a 80% do total de cálcio da ave adulta. Logo, uma má nutrição óssea durante a fase de crescimento terá como conseqüência um desenvolvimento inadequado da ave (ALVES et al., 2002).

De acordo com o NRC (1994), as exigências de Ca para frangos de corte são de 1,0; 0,90 e 0,80% para aves de 1 a 21, 22 a 42 e 43 a 56 dias de idade, respectivamente, com rações contendo 3.200 kcal de EM/kg. Já as exigências em Pd são de 0,45; 0,35 e 0,30% para as mesmas fases e rações citadas acima.

Estudando e comparando o metabolismo e a exigência de cálcio para aves de crescimento lento e crescimento rápido, HURWITZ et al. (1995) relataram que embora a mineralização óssea seja similar entre as linhagens, a incidência de deformidades ósseas e discondroplasia tibial são altas em linhagens de crescimento rápido comparado com linhagens de crescimento lento. Adicionalmente, verificaram que frangos de crescimento lento parecem ser menos sensíveis às rações que contenham elevados níveis de cálcio do que frangos de rápido crescimento, por manterem normal o nível de cálcio no plasma até mesmo em rações com altos níveis (2% de Ca).

MAENZ e CLASSEN (1998) citaram que altos níveis de cálcio na ração reduzem a hidrólise do fósforo fítico em ratos e decréscimo desse mineral na ração melhora a digestibilidade do fósforo fítico em frangos.

As recomendações de ROSTAGNO et al. (2005), para os níveis de Ca e Pd nas fases de 1 a 7; 8 a 21; 22 a 33, 34 a 42 e 43 a 46 dias de idade, são de 0,931; 0,878; 0,810; 0,751 e 0,717% de Ca e 0,466; 0,439; 0,405; 0,374 e 0,357% de Pd na ração, com energia variando de 2.925 a 3.150 kcal de EM/kg, para frangos de corte machos de desempenho regular.

Os resultados encontrados por BRUGALLI et al. (1999); RUNHO et al. (2001); BAR et al. (2003); SÁ et al. (2004,a) e GOMES et al. (2004) sugerem que a exigência de Ca e/ou Pd para otimizar o desempenho é inferior àquele exigido para máximo desenvolvimento ósseo.

Com o intuito de diminuir os custos das rações, SKINNER et al. (1992,b) avaliaram o efeito da remoção da suplementação de cálcio e fósforo em rações para frangos de corte (42 a 49 dias) que possuíam bom desenvolvimento esquelético. Os

autores observaram não haver efeito significativo no ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar, comprimento e diâmetro da tíbia com a remoção da suplementação. Porém, a remoção de calcário e/ou fosfato bicálcico resultou em redução na resistência à quebra óssea.

Níveis de Ca (0,48%) e Pd (0,12% ou 0,24%) em rações para frangos de corte de 42 a 56 dias não apresentaram efeitos adversos sobre o ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar. Da mesma forma, esses níveis apresentaram resultados similares aos preconizados pelo NRC (1994) (0,35% de Pd e 0,80% de Ca), para a resistência à quebra óssea. Os autores citaram a vantagem econômica a redução dos níveis de Ca e Pd das rações (SKINNER et al., 1992,a).

Avaliando o desempenho de frangos de corte de 1 a 28 dias com rações contendo diferentes níveis de cálcio e duas fontes de suplementação, calcário calcítico e carbonato de cálcio, ALVES et al. (2002) relataram que independente da fonte, o aumento do nível de Ca na ração reduz o ganho de peso das aves. Os autores concluíram que o nível de 0,65% de Ca não prejudica o desempenho, a deposição mineral e o crescimento ósseo.

Tendo em vista a participação do Ca na estrutura óssea, a resistência à quebra óssea, é uma variável importante para determinar a exigência deste mineral. SÁ et al. (2004,a) indicaram os níveis de 1,28 e 1,18% de Ca para frangos de corte nas fases de crescimento e terminação, respectivamente, baseando-se nesta variável.

Em outro trabalho, SÁ et al. (2004,b) determinando a exigência nutricional de Ca e sua biodisponibilidade em alguns alimentos para frangos de corte na fase inicial de 1 a 21 dias, recomendaram o nível de 1,02% de Ca, levando em consideração as respostas biológicas das aves, porém, considerando-se as respostas de resistência à quebra óssea, o nível 1,20% de Ca seria o mais indicado.

O desempenho de frangos de corte de 1 a 28 dias foi satisfatório com o nível de 0,75% de Ca na ração, sendo possível utilizar nível de Ca inferior ao preconizado pelo NRC (1994) desde que seja considerado o aporte adequado de vitamina D e a relação Ca: P, ou seja, menor teor de fósforo propicia formulação com menor teor de cálcio (MUNIZ et al., 2007).

Em ensaio para determinar a exigência nutricional de fósforo e sua disponibilidade em diversos alimentos para aves, ABREU (1989) observou que pintos machos da linhagem Leghorn de 1 a 23 dias, necessitam de 0,276 e 0,312% Pd, para obter o máximo ganho de peso e máxima mineralização dos ossos, respectivamente.

Nas fases de crescimento 22 a 42 dias e terminação 43 a 49 dias, os autores GOMES et al. (1994) estimaram os valores de 0,34% (0,110% Pd/Mcal de EM) e 0,33% ou 0,106% de Pd/Mcal de EM na ração para frangos de corte, respectivamente.

Al-MASRI (1995) determinando a absorção e excreção do fósforo endógeno, em frangos de corte em crescimento, sendo influenciada pela relação Ca:P das rações observou que houve redução na disponibilidade do fósforo quando a relação Ca:P era aumentada e que o cálcio limitou a absorção do fósforo e diminuiu o fósforo endógeno da urina.

Objetivando avaliar a exigência de Pd e o efeito da granulometria na biodisponibilidade do fósforo da farinha de carne e ossos para pintos de 1 a 21 dias, BRUGALLI et al. (1999) recomendaram 0,426% Pd (0,142% Pd/Mcal EM) na ração.

Avaliando a exigência de Pd para frangos de corte machos e fêmeas de 1 a 21 dias, RUNHO et al. (2001) sugeriram 0,45% ou 0,148% de Pd/Mcal de EM na ração.

Em outro experimento com frangos de corte, GOMES et al. (2004) concluíram com base nos resultados das variáveis ósseas que a exigência de Pd foi de 0,442% e 0,454% para fase de crescimento (22 a 42 dias) e 0,310% e 0,240% para fase de terminação (43 a 53 dias), para machos e fêmeas, respectivamente.

Quando frangos de corte são submetidos a rações com níveis deficientes de cálcio e fósforo, eles são capazes de demonstrar certa habilidade em adaptar-se à moderada deficiência, aumentando a absorção desses minerais e a hidrólise do fósforo fítico (YAN et al., 2005). Isso ocorre provavelmente como resultado da elevação no plasma e concentração intestinal da vitamina D e da calbindina duodenal (BAR et al. 2003).

1.4 Níveis nutricionais de cloreto de sódio e/ou sódio e cloro para frangos de corte

Devido à carência de pesquisas avaliando as exigências em cloreto de sódio e as exigências para linhagens de crescimento lento, os resultados de literatura para o sódio e o cloro, separadamente, obtidos com linhagens de crescimento rápido serão considerados a fim de que se possam fazer comparações à linhagem de crescimento lento, devido à escassez de pesquisas com a linhagem em questão.

O Na e o Cl são facilmente suplementados nas rações sob a forma de cloreto de sódio (sal comum) que serve como condimento e nutriente. Em alimentação quando o sal comum é retirado das rações, o Na aparece como primeiro limitante, porque o nível de Na é mais baixo do que o do Cl, na maioria dos ingredientes para rações (ANDRIGUETTO et al., 1985).

BRITTON (1991) avaliando a exigência de Na e Cl para pintos de corte (1 a 18 dias), alimentados com ração à base de milho e farelo de soja, suplementada com NaCl nos níveis entre 0,20 a 1,2%, observou aumento no ganho de peso e melhora na conversão alimentar com o aumento de NaCl até 1% nas rações.

Estudando o desempenho de frangos de corte de 1 a 21 dias, alimentados com diferentes níveis de NaCl, BUTOLO et al. (1995) não encontraram diferenças entre os níveis (0,40; 0,60; 0,80 e 1%) avaliados para o ganho de peso e consumo de ração. No entanto, houve melhora na conversão alimentar no nível de 0,55% de NaCl.

Pesquisa realizada por ORTIZ e ORTUÑO (1999), avaliando os níveis de 0,40; 0,60; 0,80 e 1% de NaCl nas rações revelou que 0,60% de NaCl melhorou significativamente o ganho de peso, conversão alimentar e o peso corporal de frangos de corte de 1 a 49 dias. Contudo, níveis acima deste repercutiram em maior incidência de mortalidade, ascite e umidade de cama.

Ao avaliar as exigências de NaCl para frangos de corte, BORGES et al. (1998) forneceram rações contendo 0,30; 0,45; 0,60; 0,75 e 0,90% de NaCl e verificaram que para fase inicial (1 a 21 dias) e crescimento (22 a 42 dias), o ganho de peso, consumo

de ração e conversão alimentar não foram influenciados pelos níveis avaliados. Dessa forma, sugeriram que 0,30% de NaCl atende as exigências de Na e Cl nas duas fases. No entanto, considerando o período total de criação, o nível de 0,45% de NaCl atende ao máximo o desempenho das aves.

VIANA (2000) avaliando os níveis de 0,40; 0,60; 0,80 e 1,00% de NaCl na ração verificou que não houve diferenças para o ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar de frangos de corte de 1 a 45 dias, concluindo que é possível utilizar até 1% de NaCl na ração por se tratar de um alimento de baixo custo e que pode ser utilizado para melhorar a palatabilidade da ração, sem afetar os índices produtivos.

Grandes variações nas recomendações de Na e Cl são encontradas na literatura. O NRC (1994) recomenda níveis de 0,20, 0,15 e 0,12% de Na e Cl para os períodos de 0 a 3; 3 a 6 e 6 a 8 semanas de idade para frangos de corte, respectivamente.

ROSTAGNO et al. (2005) recomendam 0,221; 0,213; 0,201; 0,191 e 0,186% de Na e 0,198; 0,189; 0,177; 0,167 e 0,161% de Cl, para as fase de 1 a 7, 8 a 21, 22 a 33, 34 a 42 e 43 a 46 dias de idade, respectivamente, para frangos de corte machos de desempenho regular.

Diferentes fontes de suplementação de Na podem ser utilizadas na alimentação de aves. Com esse intuito, SILVA et al. (2000) investigaram duas fontes de Na (NaCl e NaHCO₃), e relação Na:Cl para frangos de corte, verificando que os níveis de NaCl (0,30 e 0,40%) não alteraram de forma diferenciada o ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar e mortalidade das aves de 1 a 47 dias.

Avaliando a exigência de Na para frangos de corte de 1 a 21 dias, BARROS et al. (2001) suplementaram a ração basal com NaCl para corresponder aos níveis de 0,077; 0,137; 0,197; 0,257 e 0,317% de Na. Os autores verificaram que o desempenho das aves foi influenciado pelos níveis avaliados, concluindo que 0,256 e 0,255% de Na atendem aos requisitos para ganho de peso e conversão alimentar.

OVIEDO-RONDÓN et al. (2001) estudando as exigências de Na e Cl para frangos de 1 a 21 dias, encontraram efeito dos níveis avaliados (0,10 a 0,35%) de Na e/ou Cl sobre o ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar e parâmetros sanguíneos, sendo estimados os níveis de 0,28% de Na e 0,25% de Cl que otimiza o

desempenho das aves. Os autores verificaram que os níveis de Na ocasionaram efeito alcalogênico nos parâmetros ácido básico do sangue.

A exigência de Na e Cl para frangos de 21 a 42 dias foi estimada por MURAKAMI et al. (2001) no qual sugeriram que 0,15% de Na e 0,23% de Cl satisfazem as exigências das aves com melhores resultados de conversão alimentar. Os níveis de Cl ocasionaram efeito acidificante no sangue, sendo atingido o equilíbrio em 0,19%.

Trabalhando com frangos de corte de 1 a 7 dias, GONDIN (2003) estudaram os níveis de Na variando entre 0,10; 0,18; 0,26; 0,34; 0,42 e 0,50% na ração, sendo verificado que os níveis de 0,47 e 0,45% de Na atendem as exigências para ganho de peso dos machos e conversão alimentar das fêmeas, respectivamente.

1.5 Objetivos Gerais

Objetivou-se com este trabalho determinar os níveis nutricionais de fósforo disponível, de cálcio e de cloreto de sódio em rações para aves de linhagens de crescimento lento criadas em sistema semi-confinado nas fases inicial (1 a 28 dias), crescimento (28 a 56 dias) e final (56 a 84 dias de idade).

CAPÍTULO 2 – NÍVEIS DE FÓSFORO DISPONÍVEL EM RAÇÕES PARA AVES DE CRESCIMENTO LENTO CRIADAS EM SISTEMA SEMI-CONFINADO

RESUMO: Apesar da importância do fósforo para o metabolismo animal, existem poucas pesquisas avaliando-se os níveis nutricionais de fósforo disponível (Pd) para aves de crescimento lento. Deste modo, foram realizados três ensaios, um para cada fase, inicial (1 a 28 dias), crescimento (28 a 56 dias) e final (56 a 84 dias) com o objetivo de determinar os níveis de Pd para machos e fêmeas da linhagem ISA Label criados em sistema semi-confinado. Em cada ensaio, 480 aves com idade correspondente a fase de criação foram alojadas em 24 piquetes com área de abrigo e de pastejo. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4x2 (níveis Pd e sexo), com 8 tratamentos e 3 repetições de 20 aves cada. Os níveis de Pd avaliados foram: 0,25; 0,36; 0,47 e 0,58% para fase inicial; 0,18; 0,31; 0,44 e 0,57% crescimento e 0,14; 0,27; 0,40 e 0,53% final. Foram avaliados o ganho de peso (GP), consumo de ração (CR), consumo de Pd (CPd), conversão alimentar (CA), teores de fósforo (PT), cálcio (CaT) e cinzas na tíbia (CT) e resistência à quebra óssea (RQO). Na fase inicial observou-se efeito ($p < 0,05$) dos níveis de Pd para todas as variáveis, exceto para RQO. Houve interação significativa entre Pd e sexo para o GP. Os níveis de 0,394 e 0,489% de Pd foram recomendados para maximizar o GP de machos e fêmeas, respectivamente. Para a fase de crescimento somente o CaT não foi influenciado ($p > 0,05$) pelos níveis de Pd. Houve interação entre os níveis de Pd e sexo somente para CPd e o nível recomendado é de 0,351% de Pd para minimizar a CA das aves de ambos os sexos. Na fase final todas as variáveis foram influenciadas ($p < 0,05$) pelos níveis de Pd, exceto o CaT e RQO. Verificou-se efeito de interação para CR, CPd e CA. Recomenda-se os níveis de 0,325 e 0,298% de Pd para melhorar a CA de machos e fêmeas, respectivamente.

Palavras-chave: aves alternativas, cálcio, desempenho, minerais, ossos

AVAILABLE PHOSPHORUS LEVELS IN DIETS FOR SLOW-GROWING BIRDS REARED IN FREE-RANGE SYSTEM

SUMMARY: Despite the importance of phosphorus to the animal metabolism, there is few research is assessing the nutritional levels of available phosphorus (aP) for birds of slow-growing. Thus, three assays, one for each phase, at starter (1 to 28 days), growth (28 to 56 days) and finisher (56 to 84 days), were conducted with objective to evaluating the requirements of aP for males and females ISA Label reared in free-range system. In each assay, 480 birds with age corresponding to the phase were housed in 24 pickets constituted by shelter and pasture area. The experimental design was randomized in factorial arrangement 4x2 (aP levels and sex), with 8 treatments and 3 replications of 20 birds each. The aP levels evaluated in the phases were: 0.25, 0.36, 0.47 and 0.58% for starter , 0.18, 0.31, 0.44 and 0.57% growth and 0.14, 0.27, 0.40 and 0.53% finisher phases. The variables evaluated were the body weight gain (BWG), feed intake (FI), aP intake (aPI), feed per gain (FG), breaking strength bone (BSB), tibia ash (TA), calcium (TCa) and phosphorus (TP) contents. In the starter phase, the aP levels affected ($p < 0.05$) all the parameters, except BSB. There was interaction sex and aP levels for BWG. The levels of 0.394 and 0.489% of aP were recommended to maximize the BWG of males and females, respectively. For the growth phase only the TCa was not affected ($p > 0.05$) the aP levels. There was interaction between the aP levels and sex only for aPI and the recommended level is 0.351% of aP to minimize FG of birds of both sexes. In the finisher phase all variables were affected ($p < 0.05$) the levels of aP, except the TCa and BSB. There was an interaction effect for FI, aPI and FG. It is the levels of 0.325 and 0.298% of aP to improve the FG of males and females, respectively.

Key-words: alternative poultry, bones, calcium, minerals, performance

2.1 INTRODUÇÃO

O fósforo é o segundo mineral mais abundante na composição dos tecidos animais, sendo que 80% deste mineral está presente nos ossos e dentes, e o restante está distribuído entre fluidos e outros tecidos (UNDERWOOD e SUTTLE, 1999).

O esqueleto ósseo além de ser o componente estrutural do corpo, serve como reservatório de cálcio e fósforo, que podem ser mobilizados ocasionalmente quando o fornecimento desses minerais na dieta for deficiente. O fósforo também está envolvido nas funções de crescimento e diferenciação celular, é um dos componentes dos ácidos nucléicos, forma os fosfolipídios quando associado aos lipídios, é considerado um sistema tampão e atua na manutenção dos equilíbrios ácido-básico e osmótico (RUNHO et al., 2001).

O milho e o farelo de soja, ingredientes básicos das rações, possuem baixos teores de fósforo e o conteúdo de fósforo total desses grãos está em grande parte na forma de fósforo fítico (pouco disponível). Em razão da baixa disponibilidade do fósforo fítico contido nos ingredientes vegetais aos animais monogástricos, as rações para aves e suínos normalmente são suplementadas com uma fonte de fósforo inorgânico que possui alta disponibilidade. Além da baixa disponibilidade, existe a preocupação com a excreção desse mineral no ambiente, causando problemas com poluição ambiental em virtude da contaminação dos solos e de lençóis freáticos (WALDROUP et al., 2000; RUNHO et al., 2001; KESHAVARZ, 2002).

Nos últimos anos têm sido pesquisadas algumas alternativas que visam reduzir os níveis de fósforo na ração de aves sem, contudo, comprometer o desempenho. O uso de enzimas exógenas, como a fitase, a suplementação com vitamina D e o uso de grãos modificados que possuem baixo teor de fósforo fítico e alto de fósforo disponível, surgem como alternativas para aumentar a disponibilidade do fósforo, reduzindo sua excreção (WALDROUP et al., 2000; RUNHO et al., 2001).

Para a determinação da exigência nutricional de fósforo, tanto as variáveis de desempenho, quanto as variáveis ósseas devem ser consideradas, uma vez que o

fósforo e o cálcio estão intimamente relacionados e desempenham papel importante na mineralização da matriz óssea. BRUGALLI et al. (1999); RUNHO et al. (2001); GOMES et al. (2004) e SÁ et al. (2004,a) relataram que a exigência de Ca e/ou Pd para otimizar o desempenho é inferior àquela exigida para máximo desenvolvimento ósseo.

Devido à genética diferenciada, as exigências nutricionais das aves de crescimento lento devem ser investigadas. Aliada à necessidade de conhecer suas exigências, existe ainda a preocupação em evitar que possíveis excessos de nutrientes não utilizados pelas aves contribuam para o aumento na contaminação ambiental.

Objetivou-se com esse trabalho, determinar a exigência de fósforo disponível (Pd) para machos e fêmeas da linhagem ISA Label criados em sistema semi-confinado nas fases inicial (1 a 28 dias), crescimento (28 a 56 dias) e final (56 a 84 dias de idade).

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizados três ensaios no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – FCAV / UNESP, Câmpus de Jaboticabal – SP, no período de 16 de outubro de 2006 a 08 de janeiro de 2007, para determinar as exigências de fósforo disponível para aves da linhagem ISA Label de ambos os sexos, criadas em sistema semi confinado nas fases inicial (1 a 28 dias), crescimento (28 a 56 dias) e final (56 a 84 dias).

As aves foram sexadas e vacinadas no incubatório contra as doenças de Marek e Bouda Aviária. No primeiro dia de vida foram vacinadas contra Coccidiose, no 5º dia contra Gumboro (cepa intermediária), no 12º contra Newcastle (cepa intermediária), 18º dia contra Gumboro (cepa forte) e no 28º dia receberam a segunda dose da vacina contra Newcastle (cepa forte).

Em cada fase, foram utilizadas 480 aves (240 machos e 240 fêmeas), distribuídas no delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema

fatorial 4x2 (níveis de fósforo disponível e sexo), totalizando oito tratamentos, com três repetições, sendo cada piquete com 20 aves, considerado uma unidade experimental.

As instalações experimentais foram 24 piquetes, cada um dispendo de um abrigo e uma área de pastejo. Cada abrigo possuía pé-direito de 2,0 m, coberto com telhas de cimento amianto, laterais de tela galvanizada providas de cortinas plásticas, piso cimentado com área útil de 3,13 m², forrado com cama de maravalha (5 cm de espessura), equipado com um comedouro tubular e um bebedouro tipo pendular. A área de pastejo, cercada por tela galvanizada, possuía área total de 72,87 m², contendo predominantemente gramíneas do gênero *Paspalum*, caracterizando o sistema semi confinado.

Na fase inicial, as aves alojadas com um dia de idade, permaneceram limitadas ao abrigo até o 28º dia. Porém, nas fases subseqüentes, tinham acesso à área de pastejo, na qual eram diariamente soltas às 8h, e recolhidas para o abrigo às 18h. Foi criado um lote de aves reservas para serem utilizadas nas fases de crescimento e final, sendo alojadas em galpão convencional até os 28º e 56º dias, respectivamente. As aves receberam rações formuladas para atender as exigências de cada fase e posteriormente foram transferidas para as instalações experimentais nas respectivas fases de criação.

Para cada fase, foram formuladas rações basais (Tabela 1), compostas principalmente por milho e farelo de soja, para atender as exigências nutricionais das aves, exceto em fósforo disponível. Os níveis nutricionais seguiram as recomendações de Nascimento (2007) e Mendonça et al., (2008), sendo ambos os trabalhos realizados na FCAV/Unesp, Câmpus de Jaboticabal. Os aminoácidos seguiram as relações aminoacídicas preconizadas por ROSTAGNO et al. (2005). As rações basais foram suplementadas com fosfato bicálcico em substituição ao calcário e inerte, resultando em rações isonutritivas contendo 0,25; 0,36; 0,47 e 0,58% na fase inicial, 0,18; 0,31; 0,44 e 0,57% na fase de crescimento e 0,14; 0,27; 0,40 e 0,53% de fósforo disponível na fase final (Tabela 2).

Tabela 1. Composições percentuais e calculadas das rações basais para as fases inicial (1 a 28 dias), crescimento (28 a 56 dias) e final (56 a 84 dias de idade).

Composições percentuais			
Ingredientes	Fases		
	INICIAL	CRECIMENTO	FINAL
Milho	61,364	63,634	70,200
Farelo de soja 45%	33,750	30,706	24,258
Óleo de soja	0,621	1,627	1,983
Sal comum	0,431	0,330	0,255
Suplemento mineral ⁽¹⁾	0,100	0,100	0,100
Suplemento vitamínico ⁽²⁾	0,100	0,100	0,100
DL-metionina (99%)	0,136	0,169	0,098
L-lisina HCl (78%)	0,066	0,115	0,000
Cloreto de colina 70%	0,070	0,050	0,050
Fosfato bicálcico	0,758	0,399	0,217
Calcário calcítico	1,706	1,769	1,738
Inerte ⁽³⁾	0,900	1,001	1,001
Total	100,00	100,00	100,00
Composições calculadas			
Proteína bruta (%)	20,500	19,371	16,850
Energia metabolizável (kcal/kg)	2.900	3.000	3.100
Cálcio (%)	0,940	0,870	0,800
Fósforo total (%)	0,466	0,389	0,337
Fósforo disponível (%)	0,250	0,180	0,140
Sódio (%)	0,190	0,150	0,120
Metionina + cistina digestível (%)	0,710	0,716	0,597
Lisina digestível (%)	1,041	1,006	0,766
Treonina digestível (%)	0,696	0,654	0,570
Arginina digestível (%)	1,301	1,212	1,029
Triptofano digestível (%)	0,226	0,210	0,178
Valina digestível (%)	0,866	0,815	0,714

⁽¹⁾Por kg de ração: Manganês, 75 mg; ferro, 50 mg; zinco, 70 mg; cobre, 8.50 mg; cobalto, 2 mg; iodo, 1.5 mg e veículo q.s.p. 1.000 g.

⁽²⁾Por kg de ração: Vit. A, 12.000 UI; vit. D₃, 2.200 UI; vit. E, 30 UI; vit. B₁, 2,2 mg; vit. B₂, 6 mg; vit. B₆, 3,3 mg; vit. B₁₂, 16 mg; ácido pantotênico, 13 mg; vit. K₃, 2,5 mg; ácido fólico, 1 mg; selênio, 0,12 mg; antioxidante, 10 mg e veículo q.s.p. - 1.000 g.

⁽³⁾Areia lavada

Tabela 2. Composições percentuais das rações utilizadas nas fases inicial, crescimento e final.

Fase Inicial				
Níveis de fósforo disponível (%)				
Composição (%)	0,25	0,36	0,47	0,58
Ração basal	96,64	96,64	96,64	96,64
Fosfato bicálcico	0,758	1,353	1,948	2,542
Calcário calcítico	1,706	1,327	0,947	0,568
Inerte	0,900	0,682	0,467	0,252
Total	100,00	100,00	100,00	100,00
Fase Crescimento				
Níveis de fósforo disponível (%)				
Composição (%)	0,18	0,31	0,44	0,57
Ração basal	96,831	96,831	96,831	96,831
Fosfato bicálcico	0,399	1,102	1,804	2,507
Calcário calcítico	1,769	1,321	0,873	0,424
Inerte	1,001	0,746	0,492	0,238
Total	100,00	100,00	100,00	100,00
Fase Final				
Níveis de fósforo disponível (%)				
Composição (%)	0,14	0,27	0,40	0,53
Ração basal	97,044	97,044	97,044	97,044
Fosfato bicálcico	0,217	0,920	1,623	2,325
Calcário calcítico	1,738	1,290	0,842	0,393
Inerte	1,001	0,746	0,492	0,238
Total	100,00	100,00	100,00	100,00

Durante o experimento as aves receberam ração e água à vontade e diariamente foram registradas as temperaturas máximas e mínimas no interior das instalações. As médias das temperaturas e umidade relativa do ar, semanais são apresentadas na Tabela 3. Não foi feito programa de luz, tendo as aves recebido somente luz natural.

Tabela 3. Temperaturas máximas, mínimas e médias semanais e umidade relativa do ar de cada período experimental.

Semana	Temperatura (°C)			Umidade Relativa (%)*
	Máxima	Mínima	Média	Média
1	33,4	20,2	26,8	
2	35,4	20,3	27,8	
3	33,0	22,4	27,7	
4	32,7	17,9	25,3	69
5	32,0	19,3	25,7	
6	32,0	20,4	26,1	
7	32,8	20,7	26,8	
8	32,5	20,3	25,8	82
9	32,6	21,3	27,0	
10	32,7	22,2	27,4	
11	33,4	20,9	27,2	
12	27,0	20,8	23,4	88

*Fonte: Estação Agroclimatológica/UNESP-Jaboticabal

As variáveis avaliadas foram o ganho de peso (g/ave), o consumo de ração (g/ave), o consumo de fósforo disponível (g/ave), a conversão alimentar (g ração consumida/ g de ganho de peso), os teores de cálcio (%), fósforo (%) e cinzas (%) na tíbia e resistência à quebra óssea (kgf/mm).

Para avaliação dos parâmetros dos ossos, no final de cada ensaio, três aves de cada parcela (72 no total), com peso corporal de 530 ± 44 g para fase inicial, $1.445 \pm 0,17$ kg para fase de crescimento e $2.300 \pm 0,30$ kg para fase final, foram submetidas a um jejum alimentar de 12 h, sendo em seguida abatidas por deslocamento cervical para retirada das tíbias. As tíbias foram descarnadas e fervidas em água destilada por 5 minutos para facilitar a retirada dos resíduos de carne. A fíbula e as cartilagens também foram removidas.

As medidas da resistência à quebra óssea foram feitas no Laboratório de Bioengenharia da FMRP/Universidade de São Paulo, Câmpus de Ribeirão Preto. As análises foram realizadas nas tíbias direitas, *in natura*, previamente descarnadas, utilizando-se uma Máquina Universal de Ensaio Mecânicos, marca EMIC® - modelo DL100 KW. Os dados foram registrados em um computador ligado à máquina pelo Programa Computacional Tesc® e os valores foram expressos em quilograma força por

milímetro (kgf/mm). A posição definida nas peças ósseas para o teste de resistência foi a antero posterior, sendo posicionadas em apoios na região das epífises, ficando as mesmas sem apoio na região central. A carga aplicada foi de 2000 Newtons na região central, para todos os ossos e a velocidade de descida da carga foi de 5 mm/s, sendo registrada a força aplicada no momento anterior à ruptura do osso. As distâncias entre os apoios foram de 40 mm para os ossos de 28 dias e 55 mm para os ossos de 56 e 84 dias.

Para as análises de cálcio, de fósforo e de cinzas foram utilizadas as tíbias esquerdas, que foram identificadas com placas de alumínio numeradas mergulhadas em éter de petróleo por 48 horas, e então secas em estufa de ventilação forçada a 60^o C por 48 horas, sendo posteriormente moídas em moinho de bola. As análises dos minerais foram realizadas no Laboratório de Tecnologia – FCAV/ UNESP, Câmpus de Jaboticabal, de acordo com a metodologia da via úmida e as análises de cinzas foram realizadas com o aquecimento da amostra ao rubro à 600^oC, ambas descritas por SILVA e QUEIROZ (2002), sendo expressos na matéria seca desengordurada.

Os dados das variáveis de desempenho e ósseas foram submetidos às análises de variância, conforme modelo estatístico, sendo inicialmente testadas e atendidas as pressuposições:

$$Y_{(ijk)} = \mu + P_{(i)} + S_{(j)} + PS_{(ij)} + \epsilon_{(ijk)}$$

em que:

$Y_{(ijk)}$ = valor médio observado na parcela que recebeu o nível de fósforo disponível i ; no sexo j e na repetição k ;

μ = média geral do experimento;

$P_{(i)}$ = efeito do nível de fósforo disponível i , $i = 1, 2, 3$ e 4 ;

$S_{(j)}$ = efeito de sexo j , $j = 1$ e 2 ;

$PS_{(ij)}$ = efeito de interação entre o nível estudado (i) e o sexo (j);

$\epsilon_{(ijk)}$ = erro aleatório associado a cada observação.

Posteriormente foram realizadas análises de regressão, considerando-se os níveis de fósforo disponível da ração como variável independente. As estimativas dos níveis ótimos de fósforo disponível foram feitas por meio dos modelos “Linear Response Plateau” (LRP) e quadrático. Considerando-se o LRP, o nível de Pd estimado foi determinado pelo ponto de interseção entre a reta com o platô. Pelo modelo polinomial quadrático a estimativa do nível de Pd foi obtida igualando-se a primeira derivada da equação à zero.

Para verificar o ajuste dos modelos levou-se em consideração a soma dos quadrados dos desvios, a significância do teste F e os coeficientes de determinação.

Quando possível o ajuste simultâneo dos modelos LRP e quadrático, descrito por SAKOMURA e ROSTAGNO (2007), esse procedimento foi adotado para determinar o nível ótimo de Pd, com o objetivo de evitar que níveis altos (superestimados), como os encontrados pela derivação da função quadrática e níveis baixos (subestimados), normalmente observados pelo modelo LRP ocorressem. As estimativas das exigências foram obtidas por meio da primeira interseção da equação quadrática com o platô do LRP, sendo o valor da interseção calculado conforme a fórmula: $X = (-b_1 \pm (b_1^2 - 4(b_2(b_0 - L)))^{1/2}) / 2 b_2$; em que X são as interseções da equação quadrática com o platô do LRP, b_0 , b_1 e b_2 são a constante, o parâmetro linear e o parâmetro quadrático, da equação quadrática, respectivamente e L, o valor da variável de interesse estimado pelo platô do LRP.

As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o programa computacional SAS 9.1, por meio dos procedimentos PROC GLM para análise de variância, PROC REG para ajuste do modelo linear e quadrático e PROC NLIN para ajuste do modelo LRP.

2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

2.3.1 Níveis de fósforo disponível para aves da linhagem ISA Label na fase inicial (1 a 28 dias de idade)

A mortalidade registrada para o período foi de 0,83% e os valores de temperaturas médias máxima e mínima e umidade relativa do ar média foram de 34 e 20° C e 69%, respectivamente. As médias das variáveis de desempenho e ósseas de aves da linhagem ISA Label de ambos os sexos, no período de 1 a 28 dias e o resumo das análises estatísticas das variáveis encontram-se na Tabela 4.

Os níveis de Pd da ração influenciaram ($p < 0,05$) as variáveis estudadas, exceto a resistência à quebra óssea (RQO). Da mesma forma, observou-se efeito ($p < 0,01$) de sexo para todas as variáveis de desempenho, porém para as variáveis ósseas não houve efeito significativo. Não houve interação ($p > 0,05$) entre os níveis de Pd e o sexo para todas as variáveis analisadas, com exceção do ganho de peso (GP), indicando que para essa variável, machos e fêmeas possuem comportamento diferenciado frente aos níveis de Pd avaliados.

As equações obtidas, os coeficientes de determinação (R^2) e os níveis de Pd estimados (NPd) encontram-se na Tabela 5.

Houve efeito significativo ($p < 0,05$) dos níveis de Pd sobre o consumo de ração (CR), obtendo-se ajuste dos resultados pelo modelo linear. Analisando-se as médias verificou-se aumento no CR à medida que os níveis de Pd aumentaram. Esse resultado foi relatado por McDOWELL (1992), o qual mencionou que o primeiro sinal clínico da deficiência em fósforo é a perda do apetite (anorexia), pois há deficiência energética para o metabolismo e isto leva à perda de peso e redução na produção. O fósforo participa da molécula da adenosina trifosfato (ATP), que armazena energia em suas ligações de fosfato para os diversos processos biológicos. Dessa forma, rações deficientes em fósforo prejudicam a formação do ATP e conseqüentemente causam distúrbios no metabolismo energético.

Tabela 4. Resultados da análise estatística obtidos para o consumo de ração (CR), consumo de fósforo disponível (CPd), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA), fósforo na tibia (PT), cálcio na tibia (CaT), cinzas na tibia (CT) e resistência à quebra óssea (RQO) de machos e fêmeas da linhagem ISA Label recebendo rações com quatro níveis de fósforo disponível no período de 1 a 28 dias de idade.

	Probabilidade		Sexo	Níveis de fósforo disponível (%)				Geral	CV (%)	
	Pd	Sexo		Pd*sexo	0,25	0,36	0,47			0,58
CR (g/ave)	0,0178	0,0004	0,1925	M F Geral	980 928 954	1057 933 995	1045 1001 1023	1037 995 1016	1030 964	3,59
CPd (g/ave)	0,0001	0,0004	0,2834	M F Geral	2,45 2,32 2,38	3,80 3,36 3,58	4,91 4,70 4,81	6,02 5,77 5,89	4,29 4,04	3,36
GP (g/ave)	0,0001	0,0001	0,0410	M F Geral	453 428 441	538 452 495	526 468 497	532 467 499	512 454	3,42
CA (g/g)	0,0192	0,0103	0,4215	M F Geral	2,161 2,169 2,165	1,965 2,065 2,015	1,984 2,142 2,063	1,952 2,129 2,040	2,016 2,126	4,50
PT (%)	0,0480	0,7066	0,3866	M F Geral	9,00 9,52 9,26	9,74 9,72 9,73	10,02 9,78 9,90	9,82 9,80 9,81	9,65 9,71	3,99
CaT (%)	0,0146	0,6295	0,5413	M F Geral	16,75 17,12 16,93	18,10 18,24 18,17	18,38 17,21 17,80	18,29 18,17 18,23	17,88 17,69	5,46
CT (%)	0,0092	0,1498	0,3286	M F Geral	45,76 46,53 46,14	49,84 48,82 49,33	49,42 48,52 48,97	49,49 46,92 48,21	48,62 47,70	3,11
RQO (Kgf/mm)	0,8776	0,0564	0,6838	M F Geral	13,40 12,64 13,02	15,03 11,92 13,48	14,39 12,88 13,60	13,27 12,41 12,84	14,02 12,45	14,14

CV = Coeficiente de Variação; M = Machos; F = Fêmeas.

Tabela 5. Equações ajustadas para o consumo de ração (CR), consumo de fósforo disponível (CPd), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA), fósforo (PT), cálcio (CaT) e cinzas na tíbia (CT) em função dos níveis de Pd, níveis de fósforo estimados (NPd) e coeficientes de determinação (R^2) obtidos com o uso de diferentes modelos para aves ISA Label.

Modelo	Variáveis/Equações	NPd (%)	R^2
Consumo de ração (g/ave)			
Linear	CR = 916,116 + 194,926 Pd	---	0,80
Consumo de fósforo disponível (g/ave)			
Linear	CPd = -0,2669 + 10,6842 Pd	---	0,99
Ganho de peso (g/ave) - Macho			
Linear	GP = 427,695 + 204,352 Pd	---	0,53
LRP	GP = 532,20 - 797,10 (0,3488 - Pd)	0,349	0,99
Quadrático	GP = 171,796 + 1556,34 Pd - 1628,90 Pd ²	0,478	0,86
Quadr.+LRP	171,796 + 1556,34 Pd - 1628,90 Pd ² = 532,20	0,394	---
Ganho de peso (g/ave) - Fêmea			
Linear	GP = 403,032 + 122,579 Pd	---	0,85
LRP	GP = 467,90 - 216,90 (0,4338 - Pd)	0,434	0,99
Quadrático	GP = 322,997 + 545,423 Pd - 509,452 Pd ²	0,535	0,99
Quadr.+LRP	322,997 + 545,423 Pd - 509,452 Pd ² = 467,90	0,489	---
Conversão alimentar (g/g)			
LRP	CA = 2,0396 - 1,5158 (Pd - 0,333)	0,333	0,91
Fósforo na tíbia (%)			
Linear	PT = 8,9876 + 1,6602 Pd	---	0,68
LRP	PT = 9,8571 - 4,2769 (0,3894 - Pd)	0,389	0,98
Quadrático	PT = 7,1763 + 11,230 Pd - 11,5301 Pd ²	0,486	0,99
Quadr.+LRP	7,1763 + 11,230 Pd - 11,5301 Pd ² = 9,8571	0,419	---
Cálcio na tíbia (%)			
LRP	CaT = 18,0669 - 11,8079 (0,3459 - Pd)	0,346	0,90
Cinzas na tíbia (%)			
LRP	CT = 48,8355 - 31,8753 (0,3345 - Pd)	0,334	0,89
Quadrático	CT = 33,1375 + 73,055 Pd - 81,6292 Pd ²	0,447	0,92
Quadr.+LRP	33,1375 + 73,055 Pd - 81,6292 Pd ² = 48,8355	0,358	---

O consumo de fósforo disponível (CPd) pelas aves de ambos os sexos aumentou linearmente ($p < 0,01$) com os crescentes níveis de Pd das rações. Esse efeito foi devido ao aumento linear no CR e na concentração de Pd.

Conforme mencionado, houve interação entre os fatores para o ganho de peso (GP), necessitando realizar o desdobramento da interação dos níveis de Pd e sexo. Pelas análises das regressões foi possível um bom ajuste dos resultados pelos modelos linear, quadrático e LRP. Igualando-se a primeira derivada das equações quadráticas a

zero foram estimados os níveis de 0,478 e 0,535% de Pd, como sendo adequados para maximizar o GP dos machos e das fêmeas, respectivamente.

Com o uso do modelo LRP, os níveis ótimos de Pd na ração, estimados pela interseção da reta ascendente com o platô foi de 0,349% para machos e 0,434% para fêmeas.

Considerando as críticas existentes aos modelos quadrático e LRP, SAKOMURA e ROSTAGNO (2007) descreveram um método de determinação das exigências por meio da primeira interseção da equação quadrática com o platô do LRP, sendo calculado um nível intermediário aos dois modelos aplicados. Este método foi escolhido para sugerir os níveis ótimos de 0,394% e 0,489% de Pd na ração (Figura 1), que corresponde ao consumo de 3,94 e 4,96 gramas de fósforo, sendo adequados para maximizar o GP de machos e fêmeas, respectivamente. As diferenças observadas nas exigências de Pd entre os sexos podem ser devidas à maior eficiência alimentar dos machos em relação às fêmeas, pois apresentaram GP significativamente mais alto, em nível baixo de Pd. Esses resultados estão de acordo com os obtidos por BAR et al. (2003) que observaram menor exigência de Pd para o crescimento e deposição de cinzas na tíbia de frangos de corte, machos, de 29 a 43 dias de idade, do que as fêmeas.

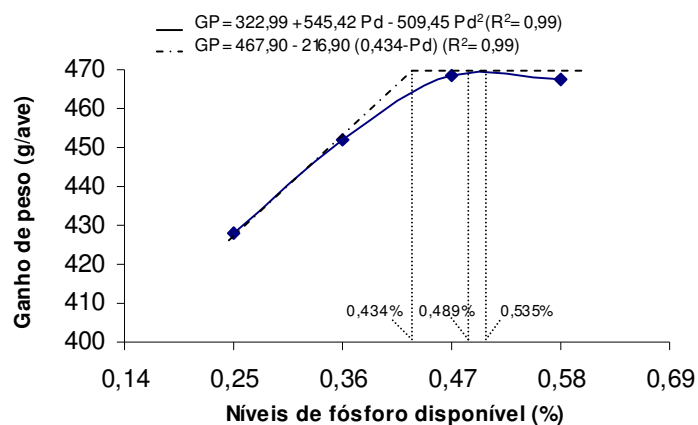


Figura 1. Representação gráfica do nível de fósforo disponível da ração sobre o ganho de peso das aves ISA Label, fêmeas, no período de 1 a 28 dias, estimado pela primeira interseção da equação quadrática com o platô do LRP.

Observou-se melhora na conversão alimentar (CA), à medida que o nível de Pd aumentou de 0,25 para 0,36%, obtendo adequado ajuste pelo modelo LRP que estimou o nível ótimo de 0,333% de Pd, para aves de ambos os sexos. Resultado próximo a este foi encontrado por BRUGALLI et al. (1999) quando trabalharam com frangos de corte. No entanto, RUNHO et al. (2001) observaram melhora na CA de frangos de corte, no nível de 0,45% de Pd, relatando que o maior nível (0,65%) acarretou em piora nos resultados, justificando que o excesso de fósforo reduz a utilização dos nutrientes pelas aves.

Os resultados do teor de fósforo na tíbia (PT) das aves ajustaram-se aos modelos linear, quadrático e LRP. O modelo quadrático estimou o nível de 0,486% de Pd que maximiza a deposição de PT, porém, o LRP estimou o nível de 0,389%. A associação dos modelos quadrático e LRP, estimou o nível de 0,419% de Pd, correspondendo ao consumo de 4,21 g de fósforo, para aves de ambos os sexos. Resultado similar foi encontrado por BRUGALLI et al. (1999) que estimaram o nível de 0,392% de Pd, para pintos de corte de 1 a 21 dias de idade.

A exigência de Pd para os dados do teor de cálcio na tíbia (CaT) tiveram melhor ajuste pelo modelo LRP que estimou o nível de 0,346% de Pd na ração. Considerando que, na fase inicial de vida das aves, o tecido ósseo cresce mais rapidamente do que os outros tecidos, a deposição de CaT e PT é mais pronunciada nesta fase do que nas fases subsequentes. O crescimento animal possui comportamento característico, no qual o esqueleto, o músculo e o tecido adiposo são desenvolvidos sucessivamente, por meio de maior ou menor taxa específica de crescimento em determinado momento (GONZALES e SARTORI, 2002).

Com base no teor de cinzas na tíbia (CT) das aves, verificou-se que o modelo LRP proporcionou ajuste aos dados, estimando o nível ótimo de 0,334% de Pd. O modelo quadrático estimou o nível de 0,447%. Pela interseção da curva quadrática com o platô do LRP obteve-se o nível de 0,358% de Pd, correspondendo ao consumo de 3,56 g de fósforo. Esses valores foram inferiores àqueles observados por RUNHO et al. (2001) que encontraram os níveis de 0,515 e 0,377% de Pd, quando trabalharam com frangos de corte de 1 a 21 dias, sendo os mesmos estimados pelos modelos quadrático

e LRP, respectivamente. As diferenças existentes entre os trabalhos podem ser devidas à fase de criação das aves e ainda ao teor energético das dietas.

Embora os níveis de Pd das rações tenham influenciado a deposição de PT e CaT das aves, não foi possível detectar efeitos sobre a RQO. Este resultado pode ser justificado pelo fato das aves na fase inicial de vida, priorizarem o crescimento do tecido ósseo e, conseqüentemente, aumentarem a eficiência para depositar minerais na tíbia, mesmo com rações deficientes em Pd. Outra justificativa seria aquela relatada por ZOLLITSCH et al. (1996), que afirmaram que a mobilização óssea de cálcio e fósforo, para atender as necessidades metabólicas é um processo natural, e a perda óssea somente comprometerá a resistência, quando houver deficiência prolongada.

Vários autores (ABREU, 1989; BRUGALLI et al., 1999; RUNHO et al., 2001 e GOMES et al., 2004) citaram que os níveis nutricionais exigidos para maximizar o desempenho são inferiores àqueles das variáveis ósseas. No entanto, os resultados obtidos neste trabalho apresentaram valores próximos tanto para variáveis de desempenho, quanto ósseas. Os resultados encontrados por BAR et al. (2003) corroboraram com os deste trabalho, os quais verificaram que, as exigências em fósforo para o GP e para deposição de CT dos frangos de corte em crescimento foram similares.

2.3.2. Níveis de fósforo disponível para aves da linhagem ISA Label na fase crescimento (28 a 56 dias de idade)

As médias de temperatura máxima e mínima e umidade relativa do ar foram de 32 e 20° C e 82%, respectivamente. A mortalidade registrada atingiu o índice de 1,87%.

As médias das variáveis de desempenho e ósseas de aves da linhagem ISA Label de ambos os sexos, no período de 28 a 56 dias de idade e o resumo das análises estatísticas das variáveis encontram-se na Tabela 6.

Tabela 6. Resultados da análise estatística obtidos para o consumo de ração (CR), consumo de fósforo disponível (CPd), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA), teor de fósforo na tibia (PT), cálcio na tibia (CaT), cinzas na tibia (CT) e resistência à quebra óssea (RQO) de machos e fêmeas da linhagem ISA Label recebendo rações com quatro níveis de fósforo disponível no período de 28 a 56 dias de idade.

	Probabilidade		Sexo	Níveis de fósforo disponível (%)				Geral	CV (%)	
	Pd	Sexo		Pd*sexo	0,18	0,31	0,44			0,57
CR (g/ave)	0,0006	0,0001	0,4961	M	2253	2404	2397	2495	2387	2,90
				F	1818	1879	1922	1961	1895	
				Geral	2035 C	2142 B	2160 AB	2228 A		
CPd (g/ave)	0,0001	0,0001	0,0001	M	4,05	7,45	10,54	14,22	9,07	3,35
				F	3,27	5,83	8,46	11,17	7,18	
				Geral	3,66	6,64	9,50	12,70		
GP (g/ave)	0,0044	0,0001	0,8202	M	1031	1126	1093	1118	1092	3,70
				F	808	874	876	874	858	
				Geral	920 B	1000 A	984 A	996 A		
CA (g/g)	0,0256	0,2752	0,7214	M	2,187	2,136	2,193	2,232	2,187	2,25
				F	2,250	2,151	2,195	2,243	2,210	
				Geral	2,218	2,144	2,194	2,237		
PT (%)	0,019	0,4081	0,7877	M	8,48	8,84	9,13	9,17	8,90	4,48
				F	8,41	8,94	8,82	8,89	8,77	
				Geral	8,44	8,89	8,98	9,03		
CaT (%)	0,6268	0,7120	0,4958	M	16,94	17,15	18,04	17,96	17,52	5,40
				F	17,10	17,85	17,35	17,20	17,38	
				Geral	17,02	17,50	17,69	17,58		
CT (%)	0,0068	0,7347	0,3785	M	45,46	47,46	48,26	49,07	47,56	3,89
				F	45,72	49,17	47,09	47,24	47,30	
				Geral	45,59	48,32	47,68	48,16		
RQO (kgf/mm)	0,0013	0,0001	0,5879	M	16,72	20,56	19,45	19,51	19,06	10,55
				F	11,28	17,33	16,63	15,03	15,07	
				Geral	14,00	18,94	18,04	17,27		

Médias seguidas de letras iguais nas linhas não diferem entre si pelo teste de Duncan ($p>0,05$)
CV = Coeficiente de Variação; M = Machos; F= Fêmeas.

Observou-se que os níveis de Pd da ração influenciaram todas as variáveis, exceto o cálcio na tíbia (CaT). Considerando-se o sexo das aves, verificou-se que houve efeito significativo ($p < 0,01$) para o consumo de ração (CR), consumo de fósforo disponível (CPd), ganho de peso (GP) e resistência à quebra óssea (RQO).

Não houve efeito ($p > 0,05$) da interação dos níveis de Pd e sexo para todas as variáveis analisadas, exceto para o CPd, o que demonstra diferença no comportamento das respostas de machos e fêmeas aos níveis de Pd avaliados somente para essa variável.

As equações obtidas, os coeficientes de determinação (R^2) e os níveis de Pd estimados (NPd), encontram-se na Tabela 7.

Tabela 7. Equações ajustadas para o consumo de fósforo disponível (CPd), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA), fósforo na tíbia (PT), cinza na tíbia (CT) e resistência à quebra óssea (RQO), em função dos níveis de fósforo disponível (Pd), coeficientes de determinação (R^2), e níveis de fósforo estimados (NPd) com o uso de diferentes modelos para aves ISA Label.

Modelo	Variáveis/Equações	NPd (%)	R^2
Consumo de fósforo disponível (g/ave) - Macho			
Linear	$CPd = -0,6205 + 25,8365 Pd$	---	0,99
Consumo de fósforo disponível (g/ave) - Fêmea			
Linear	$CPd = -0,4159 + 20,2641 Pd$	---	0,99
Conversão alimentar (g/g)			
Quadrático	$CA = 2,3773 - 1,2322 Pd + 1,7524 Pd^2$	0,351	0,82
Fósforo na tíbia (%)			
Linear	$PT = 8,3052 + 1,4175 Pd$	---	0,79
LRP	$PT = 9,005 - 3,444 (0,3427 - Pd)$	0,343	0,99
Quadrático	$PT = 7,6004 + 5,8405 Pd - 5,8973 Pd^2$	0,495	0,98
Quadr. + LRP	$7,6004 + 5,8405 Pd - 5,8973 Pd^2 = 9,005$	0,411	---
Cinzas na tíbia (%)			
LRP	$CT = 48,0517 - 22,2266 (0,2909 - Pd)$	0,291	0,95
Resistência à quebra óssea (kgf/mm)			
LRP	$RQO = 18,0855 - 42,4723 (0,2762 - Pd)$	0,276	0,90
Quadrático	$RQO = 4,3898 + 70,2611 Pd - 84,536 Pd^2$	0,415	0,87
Quadr. + LRP	$4,3898 + 70,2611 Pd - 84,536 Pd^2 = 18,0555$	0,310	---

Não foi possível ajustar os dados de consumo de ração (CR) aos modelos propostos. Utilizando-se o teste de Duncan para comparar os resultados, observou-se que o menor CR ($p < 0,01$) foi obtido com o nível mais baixo (0,18%), e à medida que se

aumentou os níveis, houve aumento no CR. Este resultado foi constatado na fase anterior e justificado pela deficiência em fósforo que prejudica a formação de ATP, acarretando distúrbios no metabolismo energético. GOMES et al. (1994) quando avaliaram a exigência de Pd para frangos de corte na fase de crescimento, observaram menor CR no nível abaixo das exigências (0,17%) e os demais níveis (0,32 a 0,62%) não proporcionaram diferenças no consumo.

O desdobramento da interação do CPd e o sexo resultou em equações distintas para machos e fêmeas. Esse efeito foi devido a variações no CR.

Quanto aos resultados obtidos para o ganho de peso (GP), observou-se que nenhum dos modelos estudados ajustaram-se adequadamente, sendo aplicado o teste de Duncan. Houve melhora significativa (8%) no GP das aves entre o nível de 0,18% a 0,31% de Pd. Trabalhando com frangos de corte nos períodos de 32 a 42 e 42 a 49 dias de idade, DHANDU e ANGEL (2003) não encontraram efeitos sobre as variáveis de desempenho. Os autores relataram que essas variáveis não são indicadores sensíveis para as exigências de Pd em frangos com idades mais avançadas.

Ao considerar a conversão alimentar (CA) das aves, verificou-se que os dados ajustaram-se ao modelo quadrático, sendo estimado o nível ótimo de 0,351% de Pd na ração para minimizar a CA (Figura 2), correspondendo ao consumo de 8,45 e 6,70 g de Pd, para machos e fêmeas, respectivamente. Foi possível verificar que nos níveis abaixo e acima deste, ocorreram piores valores para a CA. Analisando a Tabela 6, verificou-se que os crescentes níveis de Pd aumentaram o CR, porém não refletiram em melhor GP, visto que este aumentou apenas após o primeiro nível estudado, mantendo-se semelhante nos demais, ou seja, o acréscimo no GP não acompanhou, na mesma magnitude, o aumento do CR. Este fato resultou em piores resultados de CA para as aves que receberam os níveis 0,18 e 0,57% de Pd, indicando que tanto a deficiência quanto o excesso de fósforo foram prejudiciais, podendo haver redução no aproveitamento dos nutrientes pelas aves, pela formação de complexos insolúveis com outros nutrientes (RUNHO et al., 2001, GOMES et al., 2004).

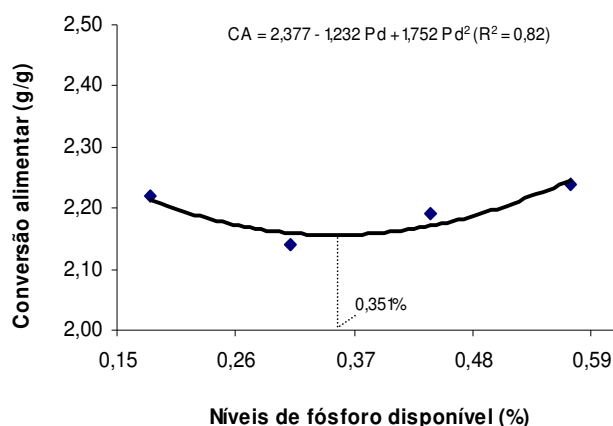


Figura 2. Representação gráfica do nível de fósforo disponível da ração sobre a conversão alimentar das aves ISA Label, de ambos os sexos, no período de 28 a 56 dias de idade, estimado pelo modelo quadrático.

Analisando os resultados do teor de fósforo na tíbia (PT) das aves, verificou-se ajuste pelos modelos linear, quadrático e LRP. Os níveis de 0,495 e 0,343% de Pd na ração, foram estimados pelos modelos quadrático e LRP, respectivamente. Porém, utilizando o método proposto por SAKOMURA e ROSTAGNO (2007), foi possível calcular o nível ótimo de 0,411% de Pd que maximiza a deposição PT. Resultados semelhantes foram obtidos por GOMES et al. (1994) que estimaram pelo modelo LRP a máxima deposição óssea de fósforo com o nível de 0,331% de Pd na ração para frangos de corte de 22 a 42 dias de idade.

O nível de Pd que maximizou a deposição de cinzas na tíbia (CT) das aves foi determinado pelo modelo LRP, o qual forneceu a estimativa de 0,291% de Pd. Esse resultado foi similar em termos percentuais aos obtidos por GOMES et al. (2004), que estimaram o nível de 0,303% de Pd para frangos de corte machos de 22 a 42 dias.

Os resultados da resistência à quebra óssea (RQO), ajustados pelo modelo quadrático, forneceu o nível de 0,415% de Pd para maximizar esta variável. Entretanto, o ajuste feito pelo modelo LRP e a associação dos dois modelos (quadrático e LRP) estimou os níveis de 0,276 e 0,310% de Pd, respectivamente. Na fase inicial de vida, o tecido ósseo possui prioridade em crescimento. Dessa forma, mesmo que as aves estejam em desenvolvimento aos 56 dias de idade, a prioridade de crescimento do

esqueleto não é tão acentuada. Provavelmente, nesta fase, as aves alimentadas com rações deficientes em Pd sejam mais sensíveis em apresentar problemas com resistência óssea do que na fase anterior, devido à partição do fósforo para os outros tecidos, além do osso. Isto justificaria, o efeito significativo observado pela redução na RQO das aves que receberam rações deficientes em Pd.

2.3.3. Níveis de fósforo disponível para aves da linhagem ISA Label na fase final (56 a 84 dias de idade)

As médias de temperatura máxima e mínima e umidade relativa do ar foram de 31 e 21° C e 88%, respectivamente. A mortalidade registrada atingiu o índice de 1,25%.

As médias das variáveis de desempenho e ósseas de aves da linhagem ISA Label de ambos os sexos, no período de 56 a 84 dias de idade e o resumo das análises estatísticas das variáveis encontram-se na Tabela 8.

Os níveis de Pd das rações influenciaram ($p < 0,05$) todas as variáveis analisadas, no entanto, para o teor cálcio na tíbia (CaT) e resistência à quebra óssea (RQO) não se observou efeito ($p > 0,05$). Dentre as variáveis analisadas, não houve efeito de sexo ($p < 0,01$) para o fósforo na tíbia (PT), CaT e cinzas na tíbia (CT).

Não se observou efeito de interação entre os níveis de Pd na ração e o sexo, para todas as variáveis, porém o consumo de ração (CR), consumo de fósforo disponível (CPd) e conversão alimentar (CA) apresentaram respostas diferentes entre machos e fêmeas.

As equações obtidas, os coeficientes de determinação (R^2) e os níveis de fósforo estimados (NPd) encontram-se na Tabela 9.

Tabela 8. Resultados da análise estatística obtidos para o consumo de ração (CR), consumo de fósforo disponível (CPd), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA), fósforo na tibia (PT), cálcio na tibia (CaT), cinzas na tibia (CT) e resistência à quebra óssea (RQO) de machos e fêmeas da linhagem ISA Label recebendo rações com quatro níveis de fósforo disponível no período de 56 a 84 dias de idade.

	Probabilidade		Sexo	Níveis de fósforo disponível (%)				Geral	CV (%)	
	Pd	Sexo		Pd*sexo	0,14	0,27	0,40			0,53
CR (g/ave)	0,0041	0,001		M	3496	3550	3774	3803	3656	2,69
				F	2828	2993	2944	2909	2919	
				Geral	3162	3272	3359	3356		
CPd (g/ave)	0,0001	0,0001		M	4,89	9,59	15,10	20,15	12,43	2,99
				F	3,96	8,08	11,78	15,42	9,81	
				Geral	4,43	8,83	13,44	17,78		
GP (g/ave)	0,0035	0,0001		M	911	998	1110	1051	1018	6,61
				F	651	772	735	728	722	
				Geral	781 B	885 A	923 A	890 A		
CA (g/g)	0,0001	0,0001		M	3,838	3,557	3,406	3,525	3,582	3,53
				F	4,649	3,875	4,005	3,999	4,132	
				Geral	4,244	3,716	3,706	3,762		
PT (%)	0,0280	0,2364		M	7,43	8,23	8,12	8,28	8,01	5,11
				F	8,18	8,20	8,04	8,43	8,22	
				Geral	7,78 B	8,11 A	8,26 A	8,31 A		
CaT (%)	0,5609	0,1271		M	14,51	15,79	16,02	16,33	15,35	6,04
				F	15,72	15,37	15,52	16,00	15,97	
				Geral	15,27	15,62	16,06	15,68		
CT (%)	0,0160	0,2758		M	40,60	44,67	44,18	44,55	43,77	4,22
				F	45,91	43,91	44,17	45,62	44,63	
				Geral	42,39	45,04	44,61	44,76		
RQO (Kgf/mm)	0,5229	0,0001		M	26,90	27,80	22,33	21,45	28,25	8,84
				F	30,21	28,08	21,28	19,59	21,16	
				Geral	24,61	25,75	24,63	23,83		

Médias seguidas de letras iguais nas linhas não diferem entre si pelo teste de Duncan ($p > 0,05$).
CV = Coeficiente de Variação; M = Machos; F = Fêmeas.

Tabela 9. Equações ajustadas para consumo de ração (CR), consumo de fósforo disponível (CPd), conversão alimentar (CA), fósforo na tíbia (PT) e cinzas na tíbia (%), em função dos níveis de fósforo disponível (Pd), coeficientes de determinação (R^2), e níveis de fósforo estimados (NPd) com o uso de diferentes modelos para aves ISA Label.

Modelo	Variáveis/Equações	NPd (%)	R^2
Consumo de ração (g/ave) – Machos			
Linear	CR = 3360,79 + 880,654 Pd	---	0,90
LRP	CR = 3802,60 - 1072,10 (0,4526 – Pd)	0,453	0,93
Consumo de ração (g/ave) – Fêmeas			
LRP	CR = 2948,90 – 1561,40 (0,2175 – Pd)	0,217	0,75
Consumo de fósforo disponível (g/ave) – Machos			
Linear	CPd = - 0,7847 + 39,456 Pd	---	0,99
Consumo de fósforo disponível (g/ave) - Fêmeas			
Linear	CPd = - 0,00056 + 29,2821 Pd	---	0,99
Conversão alimentar (g/g) - Machos			
Linear	CA = 3,8633 – 0,8398 Pd	---	0,61
LRP	CA = 3,466 – 2,1655 (Pd – 0,312)	0,312	0,93
Quadrático	CA = 4,4019 – 4,8017 Pd + 5,91324 Pd ²	0,406	0,99
Quadr. + LRP	4,4019 – 4,8017 Pd + 5,91324 Pd ² = 3,466	0,325	---
Conversão alimentar (g/g) – Fêmeas			
Linear	CA = 4,6019 – 1,4018 Pd	---	0,44
LRP	CA = 3,9597 – 6,3483 (Pd – 0,249)	0,249	0,97
Quadrático	CA = 5,6383 – 9,0245 Pd + 11,377 Pd ²	0,397	0,78
Quadr. + LRP	5,6383 – 9,0245 Pd + 11,377 Pd ² = 3,9597	0,298	---
Fósforo na tíbia (%)			
Linear	PT = 7,6611 + 1,3519 Pd	---	0,88
Cinzas na tíbia (%)			
LRP	CT = 44,8062 – 21,376 (0,2528 – Pd)	0,253	0,98

A interação ($p < 0,05$) existente entre os fatores para o consumo de ração (CR) demonstrou que machos e fêmeas possuem comportamento diferenciado frente aos níveis de Pd avaliados. A análise dos resultados observados para os machos apresentou ajuste pelos modelos linear e LRP, tendo sido estimado pelo modelo LRP o nível de 0,453% de Pd. Os resultados das fêmeas foram ajustados pelo modelo LRP que indicou o nível de 0,217% de Pd na ração de máximo consumo.

O desdobramento da interação entre os níveis de Pd e sexo para o consumo de fósforo disponível (CPd) resultou em equações distintas para machos e fêmeas, sendo devido às variações no CR entre os sexos.

Os níveis de Pd promoveram efeito significativo ($p < 0,01$) para o ganho de peso (GP), porém não foi possível ajuste pelos modelos estudados, utilizando-se, portanto, o teste de Duncan, o qual demonstrou que as aves que receberam a ração contendo 0,14% de Pd apresentaram menor GP do que aquelas que receberam 0,27%, que por sua vez, não diferiu dos outros níveis avaliados. Este resultado justificou-se pelo fato do menor nível (0,14%) estar muito abaixo das exigências determinadas para frangos de corte. A melhora observada entre o nível de 0,14 e 0,27% de Pd foi de 12%.

A interação ($p < 0,05$) entre os níveis de Pd e sexos avaliados, para a conversão alimentar (CA), demonstrou que para os machos, os modelos linear, quadrático e LRP ajustaram-se aos dados, estimando os níveis de 0,406% de Pd pelo modelo quadrático e 0,312% pelo LRP. A associação dos modelos, por meio da primeira interseção da equação quadrática com o platô do LRP, obteve o nível ótimo de 0,325% de Pd (Figura 3).

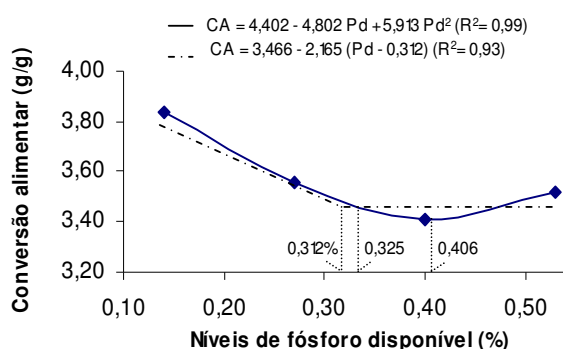


Figura 3. Representação gráfica do nível de fósforo disponível da ração sobre a conversão alimentar das aves ISA Label, machos, no período de 56 a 84 dias de idade, estimado pela primeira interseção da equação quadrática com o platô do LRP.

Os resultados das fêmeas apresentaram ajuste pelos mesmos modelos que dos machos. A estimativa fornecida pelo modelo quadrático indicou o nível de 0,397% de Pd na ração, porém, pela estimativa do LRP o nível de 0,249% de Pd seria o indicado para melhorar a CA. A interseção da equação quadrática com o platô do LRP estimou o nível intermediário aos fornecidos acima, obtendo-se o valor de 0,298% de Pd na ração.

Avaliando os resultados do teor de fósforo na tíbia (PT), verificou-se que a equação linear crescente ajustou-se aos dados. Pela observação das médias verificou-se que o nível de 0,14% de Pd apresentou o menor conteúdo de PT, demonstrando que este nível não foi suficiente para promover adequada deposição de PT.

Para os resultados do teor de cinzas na tíbia (CT) das aves de ambos os sexos, observou-se ajuste somente pelo modelo LRP, obtendo a estimativa do nível ótimo de 0,253% de Pd. GOMES et al. (1994) avaliando a exigência de Pd para frangos de corte, no período de 43 a 49 dias de idade, estimou o nível de 0,333% de Pd que maximiza a CT. No entanto, em outro trabalho GOMES et al. (2004) não constataram diferenças significativas dos níveis de Pd das rações para frangos de corte de 43 a 53 dias de idade.

A integridade mecânica do osso é mantida com o passar do tempo por um ciclo regular de remodelação e formação óssea (PIZAURO Jr., 2002). Esse processo pode explicar porque aves em idade avançada, recebendo rações moderadamente deficientes em fósforo, são mais tolerantes a essa deficiência. A ausência de efeito significativo encontrado para a resistência à quebra óssea (RQO) nessa fase seria pelo fato de que aves mais velhas, não necessitam de grande aporte de minerais na ração para suprir suas exigências para o crescimento do tecido ósseo.

2.4. CONCLUSÕES

Os níveis de fósforo disponível recomendados para aves da linhagem ISA Label, machos e fêmeas, na fase inicial de 1 a 28 dias de idade, são de 0,394 e 0,489%, respectivamente, os quais atendem às exigências mínimas para todas as variáveis avaliadas.

Para a fase de crescimento, 28 a 56 dias de idade, o nível recomendado é de 0,351% de Pd, para aves de ambos os sexos.

Na fase final (56 a 84 dias), os níveis recomendados são de 0,325 e 0,298% de Pd, para aves machos e fêmeas, respectivamente, que atendem também as exigências para variáveis ósseas.

CAPÍTULO 3 – NÍVEIS DE CÁLCIO EM RAÇÕES PARA AVES DE CRESCIMENTO LENTO CRIADAS EM SISTEMA SEMI-CONFINADO

RESUMO: O cálcio é um dos minerais mais abundantes no organismo animal e devido à sua importância na formação óssea, é necessário investigar sua exigência para aves de crescimento lento. Foram conduzidos três ensaios, um para cada fase, inicial (1 a 28 dias), crescimento (28 a 56 dias) e final (56 a 84 dias) com o objetivo de determinar os níveis nutricionais de cálcio (Ca) para machos e fêmeas da linhagem ISA Label criados em sistema semi-confinado. Em cada ensaio, 480 aves, com idade correspondente à fase de criação foram alojadas em 24 boxes. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4x2 (níveis Ca e sexo), com 8 tratamentos e 3 repetições de 20 aves cada. Os níveis de Ca avaliados foram: 0,60; 0,82; 1,04 e 1,26% na fase inicial; 0,49; 0,68; 0,87 e 1,06% crescimento e 0,35; 0,54; 0,73 e 0,92% final. Foram avaliados o ganho de peso (GP), consumo de ração (CR), consumo de Ca (CCa), conversão alimentar (CA), teores de fósforo (PT), cálcio (CaT) e cinzas (CT) na tíbia e resistência à quebra óssea (RQO). Na fase inicial observou-se efeito ($p < 0,05$) dos níveis de Ca para as variáveis CR, CCa, CaT e RQO. Houve efeito da interação entre os fatores para o CCa. O nível recomendado para a fase é de 1,16% de Ca, estabelecido para a RQO. Na fase de crescimento, o CR, o GP e a CA não foram influenciados ($p > 0,05$) pelos níveis de Ca avaliados. Observou-se interação significativa para RQO. Os níveis recomendados foram de 0,779 e 0,881% de Ca na ração, estimado pela RQO das aves machos e fêmeas, respectivamente. Para a fase final verificou-se efeito dos níveis de Ca apenas para o CCa. Verificou-se interação significativa entre os níveis de Ca e sexo para o CCa e GP. A recomendação do nível de Ca baseou-se no GP dos machos, estimando o nível ótimo de 0,686% Ca.

Palavras-chave: desempenho, fósforo, minerais, ossos

CALCIUM LEVELS IN DIETS FOR SLOW-GROWING BIRDS REARED IN FREE-RANGE SYSTEM

SUMMARY: Calcium is one of the most abundant minerals in the animal organism and its importance in bone formation, it is necessary to investigate its requirement for slow-growing birds. Three assays, one for each phase, at starter (1 to 28 days), growth (28 to 56 days) and finisher (56 to 84 days) were conducted with the objective of evaluating the requirements of calcium (Ca) for males and females ISA Label reared in free-range system. In each assay, 480 birds with age corresponding to the phase were housed in 24 pens. The experimental design was randomized in factorial arrangement 4x2 (Ca levels and sex), with 8 treatments and 3 replicates of 20 birds each. The Ca levels evaluated in the phases were: 0.60, 0.82, 1.04 and 1.26% for starter, 0.49, 0.68, 0.87 and 1.06% growth and 0.35, 0.54, 0.73 and 0.92% finisher phases. The variables evaluated were the body weight gain (BWG), feed intake (FI), Ca intake (CaI), feed per gain (FG), breaking strength bone (BSB), contents tibia phosphorus (TP), calcium (TCa) and ash (TA). In the starter phase effect ($p < 0.05$) was observed in the Ca levels for the variables FI, CaI, TCa and BSB. There was an effect of the interaction between the factors only for CCa. The recommended level for the phase is 1.16% of Ca, established to BSB. In the growth phase, the FI, BWG and FG weren't affected ($p > 0.05$) assessed by levels of Ca. There was significant interaction for BSB. The recommended levels were 0.779 and 0.881% of Ca in the diet, estimated by BSB bird's males and females, respectively. For the finisher phase, there was the Ca levels effect only for the CaI. There was significant interaction between the Ca levels and sex for the CaI and BWG. The recommendation of the Ca level based on the BWG of males, estimating the optimal of 0.686% of Ca level.

Key-words: bones, minerals, performance, phosphorus

3.1. INTRODUÇÃO

A principal função do cálcio no organismo é a formação e manutenção do tecido ósseo, uma vez que, os ossos armazenam 99% desse íon. Porém, o tecido ósseo não é um reservatório estático de cálcio e fósforo, pois existe um refinado controle dos processos vitais desses íons para manter a homeostase sérica. Os níveis plasmáticos de cálcio e fósforo são mantidos dentro de limites muito estreitos pela ação do paratormônio (PTH), calcitonina e 1,25-dihidroxicolecalciferol, que regulam a calcificação e a mobilização desses íons. A regulação do cálcio solúvel entre o osso e o fluido extracelular é feita pelo PTH e pela 1,25-dihidroxicolecalciferol, que atuam no sentido de manter a homeostase do cálcio. Em situações em que ocorre uma hipocalcemia, haverá um estímulo à secreção do PTH que irá aumentar a concentração de cálcio no soro sanguíneo, pela mobilização do cálcio ósseo, e também irá aumentar a captação do cálcio da urina em formação e a excreção do fosfato (PIZAURO Jr., 2002).

A vitamina D tem influência na transcrição de proteínas específicas transportadoras de cálcio e fósforo, e dentre as proteínas que se forma, a calbindina tem despertado maior atenção dos pesquisadores. Vários estudos comprovam que, em processo de adaptação dos animais às dietas deficientes em cálcio, ocorre um aumento na produção de calbindina, com conseqüente aumento na absorção de cálcio, sendo que o sinal para desencadear esse processo, é dependente da forma ativa da vitamina D. A calbindina intestinal que é um indicativo da capacidade de absorção de cálcio, foi significativamente mais alta em linhagens de crescimento rápido do que nas de crescimento lento, quando o nível de Ca na dieta ultrapassou 1% (HURWITZ et al., 1995).

Quando o nível sérico de cálcio está elevado, a secreção de calcitonina é aumentada de forma a reduzir a concentração de cálcio, com efeito imediato na redução das atividades absorptivas dos osteoclastos, desse modo desloca o equilíbrio no sentido da deposição de cálcio nos ossos, sendo os ossos o principal sítio de ação da

calcitonina. Portanto, esse hormônio é responsável pela inibição da reabsorção óssea e pelo aumento da calcificação (PIZAURO Jr., 2002).

O cálcio dietético sendo absorvido vai para a corrente sangüínea permanecendo ligado à proteína transportadora, principalmente a albumina, ou então será complexado com ácidos orgânicos (citrato ou lactato) ou ainda ionizado, sendo que apenas a forma ionizável é ativa. Uma pequena proporção (1%) do cálcio exerce funções dinâmicas, controlando a permeabilidade da membrana celular, atuando em muitas reações enzimáticas, na liberação de vários hormônios, na excitabilidade neuromuscular, no processo de coagulação sangüínea, na transmissão de impulsos nervosos e contração muscular, sendo também necessário à produção de ovos e de leite.

De acordo com SÁ (2001), os fatores que influenciam a exigência de cálcio são basicamente a variabilidade de nutrientes nos ingredientes das rações, disponibilidade dos nutrientes, desempenho potencial dos animais, nível de energia do alimento, temperatura ambiente, estresse por doença, ventilação deficiente, interação de ingredientes, interação de nutrientes, ingestão adequada de vitamina D e integridade do fígado e rins para converter a forma hormonal da vitamina D.

Segundo SMITH e KABAIJA (1985), o excesso de cálcio forma um precipitado floculado de fosfato de cálcio no suco alcalino do duodeno, o qual adsorve manganês, tornando-o inabsorvível, e provocando deficiência desse mineral.

A exigência dos macrominerais, cálcio e fósforo, para frangos de corte e galinhas poedeiras, tem sido estudada por muitos pesquisadores há vários anos, mas com o avanço nas pesquisas com melhoramento genético, torna-se necessário avaliar essas exigências periodicamente, considerando as diferentes idades, sexos, linhagens e as relações desses minerais com os outros nutrientes das rações, para que as aves possam expressar seu potencial genético com o adequado fornecimento de todos os nutrientes e suas interrelações. Pela revisão de literatura foi possível perceber uma carência muito grande em pesquisas avaliando-se as exigências nutricionais das linhagens de crescimento lento, sendo possível sugerir que suas exigências sejam diferentes daquelas linhagens convencionais que possuem crescimento rápido.

Deste modo, o presente trabalho foi conduzido com o objetivo de determinar a exigência de cálcio (Ca) para machos e fêmeas da linhagem ISA Label criados em sistema semi-confinado nas fases inicial (1 a 28 dias), crescimento (28 a 56 dias) e final (56 a 84 dias de idade).

3.2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizados três ensaios no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – FCAV / UNESP, Câmpus de Jaboticabal – SP, no período de 29 de janeiro a 23 de abril de 2007, para determinar as exigências de cálcio para aves da linhagem ISA Label de ambos os sexos, criadas em sistema semi-confinado nas fases inicial (1 a 28 dias), crescimento (28 a 56 dias) e final (56 a 84 dias de idade).

As aves foram sexadas e vacinadas no incubatório contra as doenças de Marek e Bouba Aviária. No primeiro dia de vida foram vacinadas contra Coccidiose, no 5º dia contra Gumboro (cepa intermediária), no 12º contra Newcastle (cepa intermediária), 18º dia contra Gumboro (cepa forte) e no 28º dia receberam a segunda dose da vacina contra Newcastle (cepa forte).

Em cada fase, foram utilizadas 480 aves (240 machos e 240 fêmeas), distribuídas no delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4x2 (níveis de cálcio e sexo) totalizando oito tratamentos, com três repetições, sendo cada piquete com 20 aves, uma unidade experimental.

As instalações experimentais foram 24 piquetes, cada um dispendo de um abrigo e uma área de pastejo. Cada abrigo possuía pé-direito de 2,0 m, coberto com telhas de cimento amianto, laterais de tela galvanizada providas de cortinas plásticas, piso cimentado com área útil de 3,13 m², forrado com cama de maravalha (5 cm de espessura), equipado com um comedouro tubular e um bebedouro tipo pendular. A área de pastejo, cercada por tela galvanizada, possuía área total de 72,87 m², contendo

predominantemente gramíneas do gênero *Paspalum*, caracterizando o sistema semiconfinado.

Na fase inicial, as aves alojadas com um dia de idade, permaneceram limitadas ao abrigo até o 28º dia. Porém, nas fases subseqüentes, tinham acesso à área de pastejo, na qual eram diariamente soltas às 8h, e recolhidas para o abrigo às 18h. Foi criado um lote de aves reservas para serem utilizadas nas fases de crescimento e final, sendo alojadas em galpão convencional até o 28º e 56º dia, respectivamente. As aves receberam rações formuladas para atender as exigências de cada fase e posteriormente foram transferidas para as instalações experimentais nas respectivas fases de criação.

Para cada fase, foram formuladas rações basais (Tabela 1), compostas principalmente por milho e farelo de soja, para atender as exigências nutricionais das aves, exceto em cálcio. Os níveis nutricionais seguiram as recomendações de Nascimento (2007) e Mendonça et al., (2008), sendo ambos os trabalhos realizados na FCAV/Unesp, Câmpus de Jaboticabal. Os níveis de fósforo disponível foram estabelecidos com base nos resultados determinados no capítulo anterior. Os aminoácidos seguiram as relações aminoacídicas preconizadas por ROSTAGNO et al. (2005). As rações basais foram suplementadas com calcário em substituição ao inerte, resultando em rações isonutritivas contendo 0,60; 0,82; 1,04 e 1,26% de cálcio na fase inicial; 0,49; 0,68; 0,87 e 1,06% de cálcio na fase de crescimento e 0,35; 0,54; 0,73 e 0,92% de cálcio na fase final (Tabela 2).

Durante o experimento as aves receberam ração e água à vontade e diariamente foram registradas as temperaturas máximas e mínimas no interior das instalações. As médias das temperaturas e umidade relativa do ar semanais são apresentadas na Tabela 3. Não foi feito programa de luz, tendo as aves recebido somente luz natural.

Tabela 1. Composição percentual e calculada das rações experimentais para as fases inicial (1 a 28 dias), crescimento (28 a 56 dias) e final (56 a 84 dias de idade).

Composições percentuais			
Ingredientes	Fases		
	INICIAL	CRECIMENTO	FINAL
Milho	62,131	63,952	72,013
Farelo de soja 45%	32,406	30,652	22,641
Óleo de soja	0,645	1,518	1,674
Sal comum	0,431	0,330	0,255
Suplemento mineral ⁽¹⁾	0,100	0,100	0,100
Suplemento vitamínico ⁽²⁾	0,100	0,100	0,100
DL- metionina (99%)	0,148	0,168	0,110
L-lisina HCl (78%)	0,109	0,116	0,048
Cloreto de colina 70%	0,070	0,050	0,050
Fosfato bicálcico	2,059	1,323	1,068
Calcário calcítico	0,000	0,191	0,033
Inerte ⁽³⁾	1,801	1,500	1,908
Total	100,00	100,00	100,00
Composição calculada			
Proteína bruta (%)	20,00	19,373	16,316
Energia metabolizável (kcal/kg)	2900	3.000	3.100
Cálcio (%)	0,600	0,490	0,350
Fósforo total (%)	0,702	0,561	0,490
Fósforo disponível (%)	0,489	0,351	0,298
Sódio (%)	0,190	0,150	0,120
Metionina + cistina digestível (%)	0,710	0,716	0,597
Lisina digestível (%)	1,041	1,006	0,766
Treonina digestível (%)	0,676	0,654	0,550
Arginina digestível (%)	1,261	1,211	0,984
Triptofano digestível (%)	0,219	0,210	0,170
Valina digestível (%)	0,843	0,815	0,689

⁽¹⁾Por kg de ração: Manganês, 75 mg; ferro, 50 mg; zinco, 70 mg; cobre, 8.50 mg; cobalto, 2 mg; iodo, 1.5 mg e veículo q.s.p. 1.000 g.

⁽²⁾Por kg de ração: Vit. A, 12.000 UI; vit. D₃, 2.200 UI; vit. E, 30 UI; vit. B₁, 2,2 mg; vit. B₂, 6 mg; vit. B₆, 3,3 mg; vit. B₁₂, 16 mg; ácido pantotênico, 13 mg; vit. K₃, 2,5 mg; ácido fólico, 1 mg; selênio, 0,12 mg; antioxidante, 10 mg e veículo q.s.p. - 1.000 g.

⁽³⁾Areia lavada

Tabela 2. Composições percentuais das rações para as fases inicial, crescimento e final.

Fase Inicial				
Níveis de cálcio (%)				
Composição (%)	0,60	0,82	1,04	1,26
Ração basal	98,200	98,200	98,200	98,200
Calcário calcítico	0,000	0,570	1,144	1,717
Inerte	1,800	1,230	0,658	0,084
Total	100,00	100,00	100,00	100,00
Fase Crescimento				
Níveis de cálcio (%)				
Composição (%)	0,49	0,68	0,87	1,06
Ração basal	98,309	98,309	98,309	98,309
Calcário calcítico	0,191	0,685	1,180	1,675
Inerte	1,500	1,006	0,511	0,017
Total	100,00	100,00	100,00	100,00
Fase Final				
Níveis de cálcio (%)				
Composição (%)	0,35	0,54	0,73	0,92
Ração basal	98,060	98,060	98,060	98,060
Calcário calcítico	0,033	0,527	1,022	1,517
Inerte	1,907	1,415	0,919	0,425
Total	100,00	100,00	100,00	100,00

Tabela 3. Temperaturas máximas, mínimas e médias semanais e umidade relativa do ar de cada período experimental.

Semana	Temperatura (°C)			Umidade Relativa (%)*
	Máxima	Mínima	Média	Média
1	35,3	25,7	30,5	
2	35,1	23,6	29,3	
3	34,1	21,9	28,0	
4	33,9	20,8	27,3	79
5	33,7	20,5	27,1	
6	36,6	20,9	28,7	
7	31,7	21,2	26,4	
8	31,8	22,2	27,0	74
9	33,9	20,9	27,4	
10	31,6	21,0	26,3	
11	31,0	20,6	25,8	
12	29,8	20,2	25,0	75

*Fonte: Estação Agroclimatológica/UNESP-Jaboticabal

As variáveis avaliadas foram o ganho de peso (g/ave), o consumo de ração (g/ave), o consumo de cálcio (g/ave), a conversão alimentar (g ração consumida/ g de ganho de peso), os teores de cálcio (%), fósforo (%) e cinzas (%) na tibia e resistência à quebra óssea (kgf/mm).

Para avaliação dos parâmetros dos ossos, no final de cada ensaio, três aves de cada parcela (72 no total), com peso corporal de 506 ± 44 g para fase inicial, 1.590 ± 153 g para fase de crescimento e 2.496 ± 349 g para fase final, foram submetidas a um jejum alimentar de 12 h, sendo em seguida abatidas por deslocamento cervical para retirada das tíbias. As tíbias foram descarnadas e fervidas em água destilada por 5 minutos para facilitar a retirada dos resíduos de carne. A fíbula e as cartilagens também foram removidas.

As medidas da resistência à quebra óssea foram feitas no Laboratório de Bioengenharia da FMRP/Universidade de São Paulo, Câmpus de Ribeirão Preto. As análises foram realizadas nas tíbias direitas, *in natura*, previamente descarnadas, utilizando-se uma Máquina Universal de Ensaio Mecânicos, marca EMIC® - modelo DL100 KW. Os dados foram registrados em um computador ligado à máquina pelo Programa Computacional Tesc® e os valores foram expressos em quilograma força por

milímetro (kgf/mm). A posição definida nas peças ósseas para o teste de resistência foi a antero posterior, sendo posicionadas em apoios na região das epífises, ficando as mesmas sem apoio na região central. A carga aplicada foi de 2000 Newtons na região central, para todos os ossos e a velocidade de descida da carga foi de 5 mm/s, sendo registrada a força aplicada no momento anterior à ruptura do osso. As distâncias entre os apoios foram de 40 mm para os ossos de 28 dias e 55 mm para os ossos de 56 e 84 dias.

Para as análises de cálcio, de fósforo e de cinzas foram utilizadas as tíbias esquerdas, que foram identificadas com placas de alumínio numeradas mergulhadas em éter de petróleo por 48 horas, e então secas em estufa de ventilação forçada a 60^o C por 48 horas, sendo posteriormente moídas em moinho de bola. As análises dos minerais foram realizadas no Laboratório de Tecnologia – FCAV/ UNESP Câmpus de Jaboticabal, de acordo com a metodologia da via úmida e as análises de cinzas foram realizadas com o aquecimento da amostra ao rubro à 600^oC, ambas descritas por SILVA e QUEIROZ (2002), sendo expressos na matéria seca desengordurada.

Os dados das variáveis de desempenho e ósseas foram submetidos às análises de variância, conforme modelo estatístico, sendo inicialmente testadas e atendidas as pressuposições:

$$Y_{(ijk)} = \mu + Ca_{(i)} + S_{(j)} + CaS_{(ij)} + \varepsilon_{(ijk)}$$

em que:

$Y_{(ijk)}$ = valor médio observado na parcela que recebeu o nível de cálcio i ; no sexo j e na repetição k ;

μ = média geral do experimento;

$P_{(i)}$ = efeito do nível de cálcio i , $i = 1, 2, 3$ e 4 ;

$S_{(j)}$ = efeito de sexo j , $j = 1$ e 2 ;

$PS_{(ij)}$ = efeito de interação entre o nível estudado (i) e o sexo (j);

$\varepsilon_{(ijk)}$ = erro aleatório associado a cada observação.

Posteriormente foram realizadas análises de regressão, considerando-se os níveis de cálcio da ração como variável independente. As estimativas dos níveis ótimos de cálcio foram feitas por meio dos modelos “Linear Response Plateau” (LRP) e quadrático. Considerando-se o LRP, o nível de Ca estimado foi determinado pelo ponto de interseção entre a reta com o platô. Pelo modelo polinomial quadrático a estimativa do nível de Ca foi obtida igualando-se a primeira derivada da equação à zero.

Para verificar o ajuste dos modelos levou-se em consideração a soma dos quadrados dos desvios, a significância do teste F e os coeficientes de determinação.

Quando possível o ajuste simultâneo dos modelos LRP e quadrático, descrito por SAKOMURA e ROSTAGNO (2007), esse procedimento foi adotado para determinar o nível ótimo de Ca, com o objetivo de evitar que níveis altos (superestimados) como os encontrados pela derivação da função quadrática e níveis baixos (subestimados) normalmente observados pelo modelo LRP ocorressem. As estimativas das exigências foram obtidas por meio da primeira interseção da equação quadrática com o platô do LRP, sendo o valor da interseção calculado conforme a fórmula: $X = (-b_1 \pm (b_1^2 - 4(b_2(b_0 - L)))^{1/2}) / 2 b_2$; em que X são as interseções da equação quadrática com o platô do LRP, b_0 , b_1 e b_2 são a constante, o parâmetro linear e o parâmetro quadrático da equação quadrática, respectivamente, e L, o valor da variável de interesse estimado pelo platô do LRP.

As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o programa computacional SAS 9.1, por meio dos procedimentos PROC GLM para análise de variância, PROC REG para ajuste do modelo linear e quadrático e PROC NLIN para ajuste do modelo LRP.

3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.3.1. Níveis de cálcio para aves da linhagem ISA Label na fase inicial (1 a 28 dias de idade)

A mortalidade observada foi de 1,46% e as temperaturas médias máxima e mínima e umidade relativa do ar foram de 34,5 e 23° C e 79%, respectivamente.

As médias das variáveis de desempenho e ósseas de aves da linhagem ISA Label de ambos os sexos, no período de 1 a 28 dias de idade e o resumo das análises estatísticas das variáveis encontram-se na Tabela 4.

Observou-se que os níveis de Ca da ração influenciaram ($p < 0,05$) o consumo de ração (CR), consumo de cálcio (CCa), cálcio na tíbia (CaT) e resistência à quebra óssea (RQO). Para o efeito de sexo verificou-se que não houve influencia para a conversão alimentar (CA), fósforo na tíbia (PT), CaT e cinzas na tíbia (CT). Não houve efeito da interação ($p > 0,05$) entre os níveis de Ca da ração e o sexo para todas as variáveis, com exceção do consumo de cálcio (CCa), evidenciando que para essa variável os fatores não atuaram de forma independente.

As equações obtidas, os coeficientes de determinação (R^2) e os níveis de Ca (NCa) estimados encontram-se na Tabela 5.

De acordo com os resultados observados para o consumo de ração (CR), verificou-se que os modelos LRP e quadrático ajustaram-se, estimando os níveis de 0,95 e 1,07% de Ca, respectivamente. ALVES et al. (2002) estudando o efeito dos níveis de Ca para frangos de corte de 1 a 21 dias, suplementados em duas fontes, verificaram efeito significativo quando utilizaram o carbonato de cálcio na ração e estimaram o nível de 0,67% de Ca para o máximo consumo.

O desdobramento da interação entre os fatores Ca e sexo, demonstrou aumento linear crescente sobre o consumo de cálcio (CCa). Esse resultado foi devido aos níveis crescentes de Ca das rações e ao consumo diferenciado entre machos e fêmeas.

Tabela 4. Resultados da análise estatística obtidos para o consumo de ração (CR), consumo de cálcio (CCa), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA), fósforo na tibia (PT), cálcio na tibia (CaT), cinzas na tibia (CT) e resistência à quebra óssea (RQO) de machos e fêmeas da linhagem ISA Label recebendo rações com quatro níveis de cálcio no período de 1 a 28 dias de idade.

	Probabilidade			Níveis de cálcio (%)				Geral	CV (%)	
	Ca	Sexo	Ca*sexo	Sexo	0,60	0,82	1,04			1,26
CR (g/ave)	0,0382	0,0010	0,3024	M	1210	1240	1303	1300	1263	3,42
				F	1161	1214	1221	1183	1195	
				Geral	1186	1227	1262	1242		
CCa (g/ave)	0,0001	0,0004	0,0466	M	7,26	10,17	13,55	16,38	11,84	3,40
				F	6,97	9,95	12,70	14,91	11,13	
				Geral	7,11	10,06	13,13	15,64		
GP (g/ave)	0,1001	0,0098	0,7931	M	453	498	510	475	484	6,21
				F	436	459	460	443	448	
				Geral	444	478	485	459		
CA (g/g)	0,2317	0,3763	0,4409	M	2,677	2,498	2,558	2,739	2,617	4,57
				F	2,671	2,644	2,659	2,677	2,663	
				Geral	2,674	2,571	2,608	2,708		
PT (%)	0,4379	0,5096	0,5011	M	9,29	9,05	9,44	9,37	9,29	4,42
				F	8,78	9,27	9,29	9,36	9,17	
				Geral	9,03	9,16	9,36	9,37		
CaT (%)	0,0179	0,7116	0,3021	M	20,93	20,98	21,96	23,26	21,78	5,05
				F	20,41	22,33	21,04	22,68	21,61	
				Geral	20,67	21,65	21,50	22,97		
CT (%)	0,3710	0,8612	0,5398	M	48,03	46,19	48,91	48,92	48,01	4,20
				F	47,05	48,24	47,99	49,35	48,16	
				Geral	47,54	47,22	48,46	49,13		
RQO (Kgf/mm)	0,0448	0,0310	0,8419	M	9,46	10,58	11,76	11,61	10,85	13,88
				F	8,62	9,11	9,59	10,64	9,49	
				Geral	9,04	9,84	10,68	11,13		

CV = Coeficiente de Variação; M = Machos; F = Fêmeas.

Tabela 5. Equações ajustadas para o consumo de ração (CR), consumo de cálcio (CCa), cálcio na tíbia (CaT) e resistência à quebra óssea (RQO) em função dos níveis Ca, coeficientes de determinação (R^2), e níveis de cálcio estimados (NCa) com o uso de diferentes modelos para aves ISA Label.

Modelo	Variáveis/Equações	NCa (%)	R^2
Consumo de ração			
LRP ⁽¹⁾	CR = 1251,90 – 187,20 (0,954 – Ca)	0,95	0,93
Quadrático ⁽²⁾	CR = 886,892 + 685,161 Ca – 318,74 Ca ²	1,07	0,96
Consumo de cálcio (g/ave) - Macho			
Linear	CCa = - 1,1547 + 13,9741 Ca	---	0,99
Consumo de cálcio (g/ave) - Fêmea			
Linear	CCa = - 0,1008 + 12,0786 Ca	---	0,99
Cálcio na tíbia (%)			
Linear	CaT = 18,8517 + 3,0619 Ca	---	0,84
LRP ⁽³⁾	CaT = 22,2347 + 4,4681 (Ca - 0,9496)	0,95	0,60
Resistência à quebra óssea (kgf/mm)			
Linear	RQO = 7,1694 + 3,229 Ca	---	0,98
LRP	RQO = 11,1275 - 3,73 (1,16 – Ca)	1,16	1,00

¹(p=0,080); ²(p=0,074); ³(p=0,055)

Conforme mencionado os níveis de Ca da ração influenciaram ($p < 0,05$) a deposição de cálcio na tíbia (CaT), sendo os resultados ajustados pelos modelos linear e LRP. A equação fornecida pelo LRP estimou o nível 0,95% de Ca na ração (Figura 1), para otimizar a deposição desse mineral, correspondendo ao consumo de cálcio de 12 g para os machos e 11 g para as fêmeas.

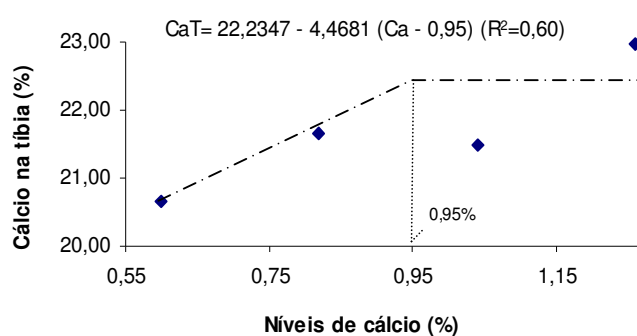


Figura 1. Representação gráfica do nível de cálcio da ração sobre o teor de cálcio na tíbia das aves ISA Label no período de 1 a 28 dias de idade, estimado pelo modelo LRP.

Em virtude das diferentes relações Ca: P encontradas com a variação dos níveis de Ca das rações, podendo caracterizar-se como desbalanço nutricional, foi possível inferir que nos níveis 0,60 e 0,82% de Ca, o “status” metabólico das aves se caracterizou por uma hipocalcemia, induzindo estímulo à secreção do PTH e à síntese da vitamina D. Conseqüentemente, é possível que tenha ocorrido aumento na concentração de cálcio no plasma sanguíneo, devido à mobilização do cálcio ósseo, até que o nível máximo (0,95% de Ca) fosse atingido, obtendo relação Ca: P mais estreita e próxima à recomendada para frangos de corte (RATH et al., 2000).

Fato semelhante foi encontrado por SÁ et al. (2004,b) e MUNIZ et al. (2007) trabalhando com a exigência de cálcio para frangos de corte na fase inicial, e observaram aumento na deposição de cálcio na tíbia, com o aumento dos níveis deste mineral nas rações, estimando os níveis de 0,93 e 0,75% de Ca que maximizam a calcificação óssea, respectivamente. Contudo, ALVES et al. (2002) não encontraram diferenças significativas da deposição de cálcio na tíbia de frangos de corte alimentados com diferentes níveis de cálcio.

Analisando os resultados da resistência à quebra óssea (RQO), verificou-se que a mesma foi ajustada pelos modelos linear e LRP. A equação obtida pelo LRP indicou o nível de 1,16% de Ca na ração (Figura 2), correspondendo ao consumo de 15 g e 14 g de cálcio para machos e fêmeas, respectivamente. O resultado obtido por SÁ et al. (2004,b) foi pouco acima do encontrado neste trabalho, quando avaliaram a exigência de Ca para frangos de corte de 1 a 21 dias e estimaram o nível de 1,20% de Ca na ração que maximizou a RQO. FANATICO et al. (2005) avaliando o desempenho de frangos de linhagens de crescimento lento e rápido, verificaram que aves de crescimento rápido obtiveram maior RQO do que as de crescimento lento, o que justifica pela sua necessidade em sustentar maior peso corporal.

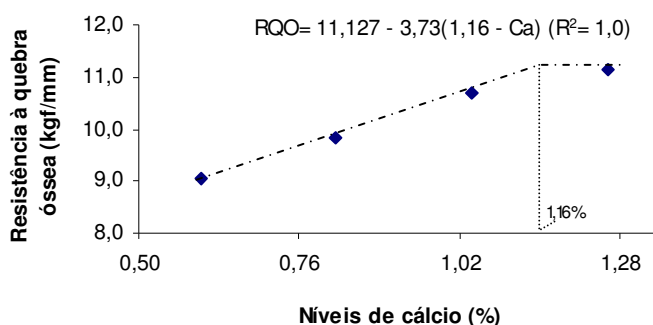


Figura 2. Representação gráfica do nível de cálcio da ração sobre a resistência à quebra óssea das aves ISA Label no período de 1 a 28 dias de idade, estimado pelo modelo LRP.

Aves que recebem rações que contenham baixos níveis de cálcio possuem habilidade em adaptarem-se eficientemente a tais rações, devido ao aumento da capacidade absorptiva e ao decréscimo na excreção do mineral. A hipótese de adaptação das aves às rações deficientes em cálcio tem sido confirmada pelo aumento dos níveis de $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ circulante e pelo conteúdo de calbindina duodenal, sendo esse processo mais pronunciado em aves em crescimento (ALVES et al., 2002; BAR et al., 2003; VARGAS JR. et al., 2004; DRIVER et al., 2005; YAN et al., 2005).

A alta eficiência de absorção do cálcio pelas aves submetidas às rações deficientes pode explicar os resultados encontrados neste trabalho para a maioria das variáveis avaliadas, uma vez que não foram observados efeitos significativos dentro do intervalo estudado; até mesmo nos níveis (0,60 e 0,82%), muito abaixo daqueles recomendados na literatura para frangos de corte. Esse resultado está de acordo com aqueles encontrados por DRIVER et al. (2005).

3.3.2. Níveis de cálcio para aves da linhagem ISA Label na fase de crescimento (28 a 56 dias de idade)

A mortalidade observada foi de 0,42% e as temperaturas médias máxima e mínima e média da umidade relativa do ar foram de 33,5 e 21^o C e 74%, respectivamente.

As médias das variáveis de desempenho e ósseas de aves da linhagem ISA Label de ambos os sexos, no período de 28 a 56 dias de idade e o resumo das análises estatísticas das variáveis encontram-se na Tabela 6.

Avaliando os resultados encontrados, constatou-se que dentre as variáveis de desempenho somente o consumo de cálcio (CCa) foi influenciado ($p < 0,01$) pelos níveis de Ca das rações. No entanto, observou-se efeito ($p < 0,05$) dos níveis de Ca para todas as variáveis ósseas avaliadas. Do mesmo modo, observou-se que todas as variáveis foram influenciadas pelo sexo ($p < 0,01$), com exceção do teor de fósforo na tíbia (PT), cálcio na tíbia (CaT) e cinzas na tíbia (CT). Não houve efeito de interação ($p > 0,05$) entre os níveis de Ca da ração e o sexo para nenhuma variável, exceto para a resistência à quebra óssea (RQO), o que demonstra que machos e fêmeas apresentaram comportamento diferenciado para a variável em questão.

As equações obtidas, os coeficientes de determinação (R^2) e os níveis de Ca (NCa) estimados encontram-se na Tabela 7.

Os resultados obtidos para o consumo de cálcio (CCa) mostraram efeito linear crescente. Este efeito foi devido somente aos acréscimos de Ca nas rações, uma vez que não houve efeito significativo para o consumo de ração (CR) entre os níveis de Ca avaliados.

Com relação à deposição de fósforo na tíbia (PT) das aves, observou-se ajuste pelos modelos linear e LRP. A interseção da reta ascendente com o platô do LRP estimou o nível de 1,01% de Ca como o ponto máximo para deposição do PT das aves.

Tabela 6. Resultados da análise estatística obtidos para o consumo de ração (CR), consumo de cálcio (CCa), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA), fósforo na tibia (PT), cálcio na tibia (CaT), cinzas na tibia (CT) e resistência à quebra óssea (RQO) de machos e fêmeas da linhagem ISA Label recebendo rações com quatro níveis de cálcio no período de 28 a 56 dias de idade.

	Probabilidade			Níveis de cálcio (%)				Geral	CV (%)	
	Ca	Sexo	Ca*sexo	Sexo	0,49	0,68	0,87			1,06
CR (g/ave)	0,2448	0,0001	0,9232	M	2774	2909	2907	2851	2860	4,56
				F	2407	2475	2566	2468	2479	
				Geral	2591	2692	2737	2660		
CCa (g/ave)	0,0001	0,0001	0,1708	M	13,59	19,78	25,29	30,22	22,22	3,97
				F	11,80	16,83	22,32	26,16	19,28	
				Geral	12,69	18,31	23,81	28,19		
GP (g/ave)	0,3395	0,0001	0,6966	M	1135	1186	1195	1188	1176	3,95
				F	919	917	948	926	927	
				Geral	1027	1052	1071	1057		
CA (g/g)	0,9043	0,0002	0,9179	M	2,445	2,452	2,435	2,406	2,434	4,57
				F	2,619	2,702	2,649	2,666	2,659	
				Geral	2,532	2,577	2,542	2,536		
PT (%)	0,0093	0,3863	0,6648	M	7,91	8,33	8,42	8,65	8,33	3,14
				F	8,03	8,13	8,33	8,44	8,23	
				Geral	7,97	8,23	8,38	8,55		
CaT (%)	0,034	0,8392	0,5285	M	18,73	19,90	18,82	19,84	19,32	4,17
				F	18,69	19,03	19,30	20,02	19,26	
				Geral	18,71	19,46	19,06	19,93		
CT (%)	0,0042	0,2124	0,5995	M	41,19	44,56	44,03	45,76	43,88	3,42
				F	41,58	42,69	43,58	44,54	43,09	
				Geral	41,38	43,63	43,80	45,15		
RQO (kgf/mm)	0,0002	0,0009	0,0338	M	15,52	18,91	18,69	22,65	18,94	9,70
				F	12,95	15,66	19,20	16,66	16,12	
				Geral	14,24	17,29	18,95	19,65		

CV = Coeficiente de Variação; M = Machos; F= Fêmeas.

Tabela 7. Equações ajustadas para o consumo de cálcio (CCa), fósforo na tíbia (PT), cálcio na tíbia (CaT), cinzas na tíbia (CT) e resistência à quebra óssea (RQO), em função dos níveis de cálcio (Ca), coeficientes de determinação (R^2), e níveis de cálcio estimados (NCa) com o uso de diferentes modelos para aves ISA Label.

Modelo	Variáveis/Equações	NCa (%)	R^2
Consumo de cálcio			
Linear	$CCa = -0,4599 + 27,369 Ca$	---	0,99
Fósforo na tíbia (%)			
Linear	$PT = 7,5087 + 0,9974 Ca$	---	0,99
LRP	$PT = 8,5501 - 1,084 (1,01 - Ca)$	1,01	0,99
Cálcio na tíbia (%)			
Linear	$CaT = 17,961 + 1,7175 Ca$	---	0,64
Cinzas na tíbia (%)			
Linear	$CT = 38,8156 + 6,0315 Ca$	---	0,90
Resistência à quebra óssea (kgf/mm) – Machos			
Linear	$RQO = 10,312 + 11,1377 Ca$	---	0,88
LRP	$RQO = 20,6702 - 17,8321 (0,7786 - Ca)$	0,779	0,46
Resistência à quebra óssea (kgf/mm) – Fêmeas			
Linear	$RQO = 10,139 + 7,7155 Ca$	---	0,54
LRP	$RQO = 17,93 - 14,2831 (0,8386 - Ca)$	0,839	0,84
Quadrática	$RQO = -10,093 + 64,1691 Ca - 36,4217 Ca^2$	0,881	0,88

Quanto a deposição de cálcio na tíbia (CaT) o ajuste foi verificado pelo modelo linear. Pela análise dos resultados observou-se que houve pouca variação na porcentagem de CaT nos níveis de 0,49 a 0,87% de Ca e que a maior deposição de Ca ocorreu no nível de 1,06%. Esse resultado está próximo ao observado por SÁ et al. (2004,a) quando trabalharam com frangos de corte de 22 a 42 dias de idade e encontraram a máxima deposição de CaT com o nível de 1,01% de Ca na ração.

Ao avaliar os resultados do teor de cinzas na tíbia (CT) das aves, verificou-se que o modelo linear ajustou-se adequadamente, sendo obtidos aumentos no conteúdo de CT com os crescentes níveis de Ca das rações. Trabalhando com frangos de corte e avaliando o efeito na qualidade óssea, o “turnover” ósseo e o metabolismo de cálcio e fósforo, WILLIAMS et al. (2000) relataram que em seus estudos não ficou claro que baixos conteúdos de cinzas nos ossos possam ser devido apenas a problemas nutricionais. Podendo ser devido a fatores genéticos entre as diferentes linhagens, ou devido ao crescimento acelerado de algumas linhagens apresentando taxa máxima mineralização óssea.

Considerando-se o desdobramento da interação entre os níveis de Ca e sexos avaliados para a resistência à quebra óssea (RQO), verificou-se que os modelos linear e LRP forneceram bom ajuste aos resultados dos machos. O nível de Ca na ração estimado pelo LRP que maximizou a RQO foi de 0,779% ou o consumo de 21 g de Ca (Figura 3).

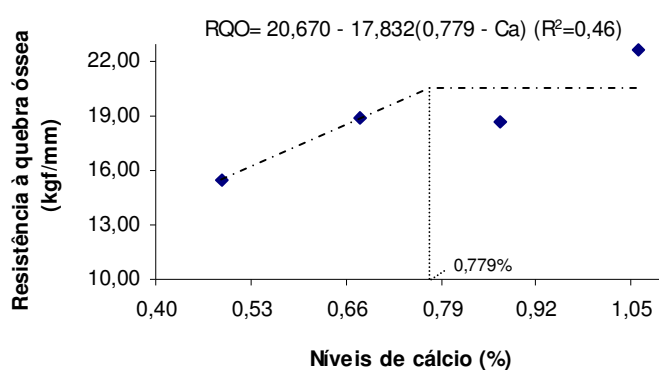


Figura 3. Representação gráfica do nível de cálcio da ração sobre a resistência à quebra óssea das aves ISA Label, machos, no período de 28 a 56 dias de idade, estimado por meio do modelo LRP.

Com relação aos resultados da RQO das fêmeas, observou-se que os modelos linear, LRP e quadrático ajustaram-se adequadamente. A estimativa da exigência de Ca pelo modelo LRP forneceu o nível de 0,839% de Ca na ração, no entanto, o modelo quadrático estimou 0,881% de Ca, correspondendo ao consumo de 23,6 g de cálcio (Figura 4).

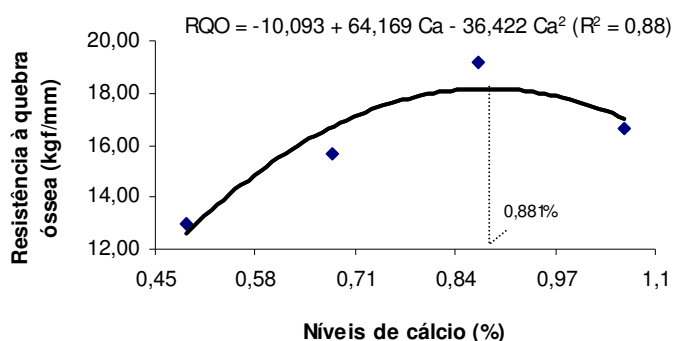


Figura 4. Representação gráfica do nível de cálcio da ração sobre a resistência à quebra óssea das aves ISA Label, fêmeas, no período de 28 a 56 dias de idade, estimado por meio do modelo quadrático.

3.3.3. Níveis de cálcio para aves da linhagem ISA Label na fase final (56 a 84 dias de idade)

A mortalidade observada foi de 0,83% e as temperaturas médias máxima e mínima e média da umidade relativa do ar foram de 31,5 e 21^o C e 75%, respectivamente.

As médias das variáveis de desempenho e ósseas de aves da linhagem ISA Label de ambos os sexos, no período de 56 a 84 dias de idade e o resumo das análises estatísticas das variáveis encontram-se na Tabela 8.

De acordo com os resultados obtidos para todas as variáveis analisadas, verificou-se que nenhuma delas foram influenciadas ($p > 0,05$) pelos níveis de Ca da ração, com exceção do consumo de cálcio (CCa). No entanto, verificou-se que todas as variáveis foram influenciadas ($p < 0,01$) pelo sexo. Houve efeito de interação dos níveis de Ca da ração e sexo somente para o CCa e ganho de peso (GP), caracterizando uma dependência entre os fatores estudados sobre essas variáveis, necessitando analisá-los individualmente.

As equações obtidas, os coeficientes de determinação (R^2) e os níveis de Ca (NCa) estimados encontram-se na Tabela 9.

Tabela 8. Resultados da análise estatística obtidos para o consumo de ração (CR), consumo de cálcio (CCa), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA), fósforo na tibia (PT), cálcio na tibia (CaT), cinzas na tibia (CT) e resistência à quebra óssea (RQO) de machos e fêmeas da linhagem ISA Label recebendo rações com quatro níveis de cálcio no período de 56 a 84 dias de idade.

	Probabilidade			Níveis de cálcio (%)				Geral	CV (%)	
	Ca	Sexo	Ca*sexo	Sexo	0,35	0,54	0,73			0,92
CR (g/ave)	0,2108	0,0001	0,2267	M	4144	4226	4283	4127	4195	2,57
				F	3190	3189	3094	3060	3133	
				Geral	3667	3708	3689	3594		
CCa (g/ave)	0,0001	0,0001	0,0001	M	14,50	22,82	31,27	37,97	26,64	2,78
				F	11,16	17,22	22,59	28,15	19,78	
				Geral	12,83	20,02	26,93	33,06		
GP (g/ave)	0,1035	0,0001	0,0269	M	1173	1226	1243	1207	1212	4,15
				F	838	836	776	727	794	
				Geral	1005	1031	1009	967		
CA (g/g)	0,2871	0,0001	0,0726	M	3,535	3,448	3,446	3,421	3,463	4,47
				F	3,811	3,822	3,995	4,216	3,961	
				Geral	3,673	3,635	3,721	3,819		
PT (%)	0,7364	0,0028	0,8527	M	7,44	7,50	7,68	7,71	7,58	5,47
				F	8,07	8,27	8,39	8,07	8,20	
				Geral	7,75	7,89	8,03	7,89		
CaT (%)	0,1373	0,0067	0,3646	M	17,36	17,15	18,11	18,63	17,81	4,78
				F	18,30	18,92	19,75	18,74	18,93	
				Geral	17,83	18,04	18,93	18,69		
CT (%)	0,7921	0,0004	0,5494	M	40,61	39,99	40,36	40,70	40,42	3,87
				F	42,01	43,98	43,88	43,55	43,35	
				Geral	41,31	41,98	42,12	42,13		
RQO (Kgf/mm)	0,0569	0,0001	0,5263	M	26,05	27,59	27,08	30,56	27,82	8,35
				F	19,13	21,94	20,49	21,47	20,75	
				Geral	22,59	24,76	23,78	26,01		

CV = Coeficiente de Variação; M = Machos; F= Fêmeas.

Tabela 9. Equações ajustadas para o consumo de cálcio (CCa) e ganho de peso (GP) em função dos níveis de cálcio (Ca), coeficientes de determinação (R^2), e níveis de cálcio estimados (NCa) com o uso de diferentes modelos para aves ISA Label.

Modelo	Variáveis/Equações	NCa (%)	R^2
Consumo de cálcio (g/ave) – Macho			
Linear	CCa = 0,2880 + 41,501 Ca	---	0,99
Consumo de cálcio (g/ave) – Fêmea			
Linear	CCa = 0,9567 + 29,644 Ca	---	0,99
Ganho de peso (g/ave) - Macho			
LRP ⁽¹⁾	GP = 1225,20 – 280,80 (0,5364 – Ca)	0,536	0,76
Quadrático ⁽²⁾	GP = 952,36 + 842,468 Ca – 613,914 Ca ²	0,686	0,99
Ganho de peso (g/ave) - Fêmea			
Linear	GP = 925,186 – 206,071 Ca	---	0,91

¹(p=0,061); ²(p=0,099)

O consumo de cálcio (CCa) aumentou de forma linear, para as aves de ambos os sexos, com o aumento dos níveis de Ca da ração. Esse efeito foi devido somente aos acréscimos de Ca nas rações, uma vez que, para o consumo de ração não houve efeito.

Em virtude da interação encontrada entre os níveis de Ca da ração e os sexos para a variável ganho de peso (GP) foi realizado o desdobramento, sendo observado que os modelos LRP e quadrático ajustaram-se aos resultados dos machos. A estimativa fornecida pelo modelo LRP indicou o nível de 0,536% de Ca, porém, o modelo quadrático estimou 0,686% de Ca para maximizar o GP (Figura 5).

Os resultados de GP das fêmeas foram ajustados pela equação linear decrescente, demonstrando que à medida que os níveis de Ca das rações aumentavam ocorria redução no GP. Essa redução pode ser devido à relação Ca: P mais extensa (3,09:1) no maior nível (0,92% de Ca). A relação Ca:P muito além de 2:1 reduz a biodisponibilidade do cálcio e do fósforo pela formação do complexo insolúvel de fosfato de cálcio no intestino da ave com adsorção de certos traços de minerais como o Mn, Zn, Cu, etc, prejudicando o desempenho das aves (ALVES et al., 2002; RAO et al., 2003 e SCHOULTEN et al., 2003). Este resultado está de acordo com aqueles observados por ALVES et al. (2002) e BAR et al. (2003) quando trabalharam com frangos de corte.

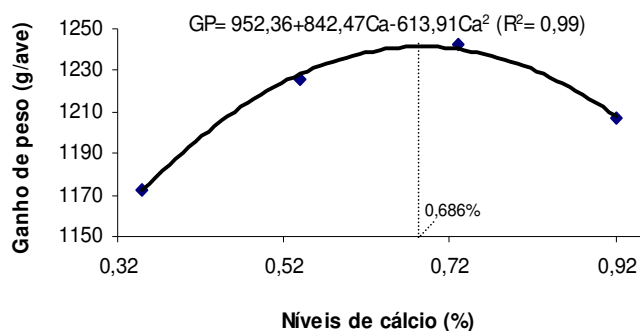


Figura 5. Representação gráfica do nível de cálcio da ração sobre o ganho de peso das aves ISA Label, machos, no período de 56 a 84 dias de idade, estimado por meio do modelo quadrático.

De acordo com os resultados apresentados para a maioria das variáveis analisadas, observou-se que não houve efeito dos níveis de Ca avaliados. Este fato pode estar relacionado à possível mobilização óssea do cálcio, que poderia estar sendo utilizado para suprir as exigências para o desempenho. Considerando que nesta fase as aves possuem adequado desenvolvimento esquelético, sendo a demanda de cálcio para a formação óssea mais baixa quando comparada com aves jovens.

SKINNER et al. (1992,b) ao trabalharem com frangos de corte na fase de terminação (42 a 49 dias) não encontraram efeito da retirada da fonte de cálcio no desempenho das aves, no entanto, houve redução na RQO. SKINNER et al. (1992,a) verificaram ausência de resposta significativa sobre o desempenho de frangos de corte de 42 a 56 dias de idade, quando forneceram rações que continham 0,06; 0,12; 0,24; 0,36; 0,48 e 0,60% de Ca e 0,12 e/ou 0,24% Pd, concluindo que a redução dos níveis de Ca e Pd para o referido período não apresentou efeitos adversos sobre o desempenho, podendo-se ainda considerar como vantagem econômica a redução desses nutrientes na fase final de criação.

Resultados semelhantes foram observados por SÁ et al. (2004,a) no qual relataram que não encontraram efeito dos níveis crescentes de cálcio das rações sobre o desempenho de frangos de corte na fase de terminação (43 a 53 dias de idade).

Aves provenientes de linhagens de crescimento lento parecem ser menos sensíveis às rações com crescentes níveis de cálcio do que as de crescimento rápido, por manterem valores normais de cálcio no plasma até mesmo em níveis considerados altos (2% de Ca) nas rações (HURWITZ et al., 1995).

Da mesma forma, quando FANATICO et al. (2008) avaliaram o desempenho de frangos de linhagem de crescimento lento e rápido, afirmaram que, a genética dos frangos influenciou de forma marcante na incidência de discondroplasia tibial. Sendo que, as linhagens de crescimento rápido foram mais propensas a problemas ósseos do que as de crescimento lento.

3.4. CONCLUSÕES

A exigência de cálcio das aves da linhagem ISA Label, de ambos os sexos, para a fase inicial (1 a 28 dias de idade), recomendada é de 1,16% de Ca na ração.

Com relação à fase de crescimento, 28 a 56 dias de idade, os níveis recomendados são de 0,779 e 0,881% de Ca na ração para atender as exigências dos machos e fêmeas, respectivamente.

Para a fase final (56 a 84 dias) recomenda-se o nível de 0,686% de Ca na ração, para aves de ambos os sexos.

CAPÍTULO 4- NÍVEIS DE CLORETO DE SÓDIO EM RAÇÕES PARA AVES DE CRESCIMENTO LENTO CRIADAS EM SISTEMA SEMI-CONFINADO

RESUMO: O sódio e o cloro são macrominerais essenciais ao metabolismo e são facilmente suplementados nas rações sob a forma de cloreto de sódio (NaCl), no entanto, suas exigências têm sido pouco estudadas. Nesse sentido, objetivou-se determinar o nível de inclusão do NaCl para aves machos e fêmeas da linhagem Colonial, criadas em sistema semi-confinado. Foram realizados três ensaios, abrangendo as fases inicial (1 a 28 dias), crescimento (28 a 56 dias) e final (56 a 84 dias). Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4x2 (níveis NaCl e sexo), com 8 tratamentos e 3 repetições de 20 aves cada. Os níveis de NaCl avaliados foram: 0,20; 0,40; 0,60 e 0,80% na fase inicial; 0,10; 0,30; 0,50 e 0,70% crescimento e 0,10; 0,25; 0,40 e 0,55% final. Foram avaliados o ganho de peso (GP), o consumo de ração (CR), o consumo de cloreto de sódio (CCS), a ingestão de água (IA), a conversão alimentar (CA), o potencial hidrogeniônico (pH), a pressão parcial de gás carbônico ($p\text{CO}_2$) e de oxigênio ($p\text{O}_2$) no sangue, a concentração de hematócritos (Hct) e teores de sódio (Na^+), potássio (K^+) e cloro (Cl^-) no sangue. Na fase inicial houve efeito ($p < 0,05$) dos níveis de NaCl para o CR, CCS, IA, GP, Hct e Na^+ sanguíneo. Observou-se interação para CCS e Hct. Recomendou-se o nível de 0,528% de NaCl na ração para o máximo GP de aves de ambos os sexos. Na fase de crescimento o pH, $p\text{CO}_2$, $p\text{O}_2$, Hct e K^+ no sangue não foram influenciados ($p > 0,05$) pelos níveis de NaCl avaliados. Efeito de interação entre os fatores foi encontrado para o CCS e o GP. Os níveis recomendados foram de 0,396 e 0,430% de NaCl para maximizar o GP de machos e fêmeas, respectivamente. Para a fase final verificou-se que o CCS, IA, GP, pH e Cl^- no sangue foram influenciados ($p < 0,05$) pelos níveis de NaCl. A interação significativa entre os fatores foi para CCS e IA. O nível de 0,250% de NaCl foi recomendado por atender as exigências nutricionais para ótimo GP de aves de ambos os sexos.

Palavras-Chave: desempenho, eletrólitos, equilíbrio ácido básico, minerais

SODIUM CHLORIDE LEVELS IN DIETS FOR SLOW-GROWING BIRDS REARED IN FREE-RANGE SYSTEM

SUMMARY: The sodium and chlorine are essential macro minerals to metabolism and are easily supplemented diets in the form of sodium chloride (SC), however, its requirements have been little studied. Accordingly, it was aimed to determine the level of inclusion of SC for male and female birds Colonial, reared in free-range system. Three assays were conducted, covering the starter (1 to 28 days), growth (28 to 56 days) and (56 to 84 days) phases. In each assay, 480 birds with age corresponding to the phase were housed in 24 pens. The experimental design was randomized in factorial arrangement 4x2 (SC levels and sex), with 8 treatments and 3 replications of 20 birds each. The SC levels evaluated were: 0.20, 0.40, 0.60 e 0.80% in the starter; 0.10, 0.30, 0.50 e 0.70% growth and 0.10, 0.25, 0.40 e 0.55% finisher phases. The variables evaluated were body weight gain (BWG), feed intake (FI), sodium chloride intake (SCI), water intake (WI), feed per gain (FG), hydrogenionic potential (pH) of the blood, partial pressure of carbon dioxide (pCO₂) and of oxygen (pO₂), hematocrito concentration (Hct) and sodium (Na⁺), potassium (K⁺) and chlorine (Cl⁻) in the blood. In the starter phase was effect (p<0,05) of SC level for the FI, SCI, WI, BWG, Hct and Na⁺ in the blood. Interaction was observed for SCI and Hct. It was recommended the 0.528% of SC level in the diet for maximum GP of birds of both sexes. In the growth phase the pH, pCO₂, pO₂, Hct and K⁺ in blood weren't affected (p> 0.05) assessed by SC of levels. Effect of interaction between factors was found for the SCI and BWG. The recommended levels were 0.396 and 0.430% SC maximize the BWG of males and females, respectively. For the finisher phase it was found that the SCI, WI, BWG, pH and Cl⁻ in the blood were influenced (p <0.05) the SC levels. The interaction between factors was significant for SCI and WI. The 0.250% of SC level was recommended to meeting the nutritional requirements for optimal GP of birds of both sexes.

Keywords: acid basic equilibrium, electrolyte, minerals, performance

4.1 INTRODUÇÃO

O sódio e o cloro são considerados macro-minerais essenciais ao metabolismo animal e são facilmente suplementados nas rações sob a forma de NaCl. Como elementos essenciais, exercem funções importantes no organismo animal, como a manutenção da pressão osmótica, o equilíbrio ácido básico, o controle da passagem de nutrientes para as células, e o metabolismo de água em geral. Uma deficiência de qualquer um destes elementos resulta em perda de apetite, atraso de crescimento, perda de peso e, produção no adulto de níveis sanguíneos mais baixos (MAYNARD e LOOSLI, 1974).

O NaCl serve como condimento e nutriente, 39,74% de sódio e 60,23% de cloro (MAYNARD e LOOSLI, 1974; BORGES et al., 1998), para as rações e sua ingestão tende a ser variável. Geralmente o nível de inclusão de NaCl nas rações varia entre 0,25 a 0,50%. No entanto, apesar da importância dos macrominerais presentes no NaCl para o metabolismo das aves, suas exigências têm sido pouco estudadas, provavelmente pelo fato de possuir baixo custo.

Tendo em vista a participação do Na^+ , K^+ e Cl^- no equilíbrio ácido básico do organismo e no balanço eletrolítico das rações, várias pesquisas têm sido feitas com o intuito de estudar os reflexos no desempenho animal e sua relação com alterações metabólicas que levem às patologias relacionadas com o alto desempenho em aves (JUNQUEIRA et al., 2000; MURAKAMI et al., 2001; OVIEDO-RONDÓN et al., 2001; BORGES et al., 2004; VIEITES et al., 2004).

Nesse sentido, o controle do equilíbrio ácido básico do organismo é de vital importância para a manutenção da homeostase orgânica, havendo envolvimento de substâncias tampões e o controle dos sistemas respiratório e renal para manterem o pH dos fluidos corporais constante. Dessa forma, o sistema respiratório altera a ventilação pulmonar causando modificações no pH sanguíneo no sentido de restaurar as condições normais.

Por sua vez, o rim favorece a excreção de radicais ácidos ou básicos, exercendo papel relevante na manutenção do equilíbrio ácido básico. Adicionalmente, o organismo

animal possui sistemas tampões que atuam neutralizando parcialmente os ácidos e as bases que provém da dieta e do metabolismo mantendo constante os valores de pH. Dentre os sistemas tampões o mais importante é o bicarbonato/dióxido de carbono ($\text{HCO}_3^-/\text{CO}_2$). Logo, o íon bicarbonato (HCO_3^-) é denominado base do sangue e o CO_2 dissolvido (pCO_2) ácido fraco sanguíneo (FURLAN et al., 2002).

O Na^+ e o K^+ são descritos como alcalogênicos e o Cl^- acidogênico, pois tende a reduzir o pH sanguíneo e a concentração de bicarbonato. O Na^+ sendo o principal cátion do fluido extracelular, recebe influência do rim, o qual atua no sentido de reabsorver ao máximo esse íon, substituindo-o por outros cátions. Como os ácidos fixos do sangue estão na forma de sais de sódio, um dos mecanismos para poupar Na^+ é trocá-lo por íons H^+ , resultando, por um lado, numa acidificação da urina e, por outro, na recuperação de Na^+ que é devolvido à circulação, tendo como vantagem a conservação do mesmo e a eliminação de ácido. A homeostase dos fluidos corporais está diretamente relacionada com a ingestão, retenção e excreção de Na^+ (FURLAN et al., 2002).

Rações formuladas com altos teores de Cl^- diminuem o pH sanguíneo em frangos, prejudicando o seu crescimento (BORGES et al., 2003). Porém, a deficiência também afeta negativamente o crescimento, causando distúrbios nervosos e canibalismo.

MONGIN (1981) utilizou a soma de eletrólitos e chegou à expressão reduzida: $(\text{Na}^+ + \text{K}^+ - \text{Cl}^-)$, expressa em g. A partir dessa expressão, o cálculo do equilíbrio eletrolítico da dieta (EED) mEq/ 100 passou a ser utilizado, gerando a seguinte fórmula: $\text{EED} = (\% \text{Na}^+ \times 100/22,99^*) + (\text{K}^+ \times 100/39,102^*) - (\text{Cl}^- \times 100/35,453^*)$, sendo *equivalente grama do Na^+ , K^+ e Cl^- , respectivamente.

Nesse sentido, objetivou-se determinar o melhor nível de inclusão do cloreto de sódio (NaCl) para machos e fêmeas da linhagem Colonial criados em sistema semi-confinado nas fases inicial (1 a 28 dias), crescimento (28 a 56 dias) e final (56 a 84 dias de idade).

4.2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizados três ensaios no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – FCAV / UNESP, Jaboticabal – SP, Câmpus de Jaboticabal – SP, no período de 07 de janeiro a 31 de março de 2008, para determinar os níveis de inclusão do cloreto de sódio para aves da linhagem Colonial de ambos os sexos, criadas em sistema semi-confinado nas fases inicial (1 a 28 dias), crescimento (28 a 56 dias) e final (56 a 84 dias de idade).

Em cada fase, foram utilizadas 480 aves (240 machos e 240 fêmeas), distribuídas no delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4x2 (níveis de cloreto de sódio e sexo) totalizando oito tratamentos, com três repetições, sendo cada piquete com 20 aves, considerado uma unidade experimental.

As instalações experimentais foram 24 piquetes, cada um dispoendo de um abrigo e uma área de pastejo. Cada abrigo possuía pé direito de 2,0 m, coberto com telhas de cimento amianto, laterais de tela galvanizada providas de cortinas plásticas, piso cimentado com área útil de 3,13 m², forrado com cama de maravalha (5 cm de espessura), equipado com um comedouro tubular e um bebedouro tipo pendular. A área de pastejo, cercada por tela galvanizada, possuía área total de 72,87 m², contendo predominantemente gramíneas do gênero *Paspalum*, caracterizando o sistema semi-confinado.

Na fase inicial, as aves alojadas com um dia de idade, permaneceram limitadas ao abrigo até o 28º dia. Porém, nas fases subseqüentes, tinham acesso à área de pastejo, na qual eram diariamente soltas às 8h, e recolhidas para o abrigo às 18h. Foi criado um lote de aves reservas para serem utilizadas nas fases de crescimento e final, sendo alojadas em galpão convencional até o 28º e 56º dia, respectivamente. As aves receberam rações formuladas para atender as exigências de cada fase e posteriormente foram transferidas para as instalações experimentais nas respectivas fases de criação.

Para cada fase, foram formuladas rações basais (Tabela 1), compostas principalmente por milho e farelo de soja, para atender as exigências nutricionais das

aves, exceto em sódio e cloro. Os níveis nutricionais seguiram as recomendações de Nascimento (2007) e Mendonça et al., (2008), sendo ambos os trabalhos realizados na FCAV/Unesp, Câmpus de Jaboticabal. Os níveis de fósforo disponível e de cálcio foram estabelecidos com base nos resultados determinados nos capítulos anteriores. Os aminoácidos seguiram as relações aminoacídicas preconizadas por ROSTAGNO et al. (2005). As rações basais foram suplementadas com cloreto de sódio em substituição ao inerte, resultando em rações isonutritivas, contendo 0,20; 0,40; 0,60 e 0,80% na fase inicial; 0,10; 0,30; 0,50 e 0,70% na fase de crescimento e 0,10; 0,25; 0,40 e 0,55% de cloreto de sódio na fase final (Tabela 2).

Durante o experimento as aves receberam ração e água à vontade e diariamente foram registradas as temperaturas máximas e mínimas e umidade relativa do ar, no interior das instalações. As médias das temperaturas e umidade do ar semanais são encontram-se na Tabela 3. Não foi feito programa de luz, tendo as aves recebido somente luz natural.

As variáveis avaliadas foram o ganho de peso (g/ave), o consumo de ração (g/ave), o consumo de cloreto de sódio (g/ave), a conversão alimentar (g ração consumida/ g de ganho de peso), a ingestão de água (mL/ave), o potencial hidrogeniônico, a pressão parcial de dióxido de carbono (mmHg) e a pressão parcial de oxigênio (mmHg) no sangue, a concentração de hematócrito (%) e os teores de Na^+ (mmol/L), K^+ (mmol/L) e Cl^- (mEq/L) no sangue.

Para a determinação da ingestão de água, utilizou-se um galão com capacidade máxima de 5 litros, acoplado ao bebedouro pendular, localizado dentro de cada unidade experimental. A medição foi realizada entre o 15^o ao 21^o dia de cada período, com a utilização de provetas com capacidade máxima de 1000 e 2000 mL, registrando-se as sobras de água do bebedouro mais a do galão, fornecidas no dia anterior. O cálculo foi feito pela diferença entre a quantidade fornecida e a sobra, dividido pelo número de aves da parcela, por dia, descontando-se a mortalidade, quando houve. Nas fases de crescimento e final, os galões foram reabastecidos três vezes ao dia.

Tabela 1. Composições percentuais e calculada das rações experimentais para as fases inicial (1 a 28 dias), crescimento (28 a 56 dias) e final (56 a 84 dias de idade).

Composições percentuais			
Ingredientes	Fases		
	INICIAL	CRECIMENTO	FINAL
Milho	63,036	64,182	73,015
Farelo de soja 45%	32,237	30,612	22,534
Óleo de soja	0,340	1,440	1,321
Fosfato bicálcico	2,057	1,322	1,222
Calcário calcítico	0,911	1,209	0,809
DL-metionina (78%)	0,147	0,168	0,108
L-lisina HCl (99%)	0,112	0,117	0,041
Suplemento mineral ⁽¹⁾	0,100	0,100	0,100
Suplemento vitamínico ⁽²⁾	0,100	0,100	0,100
Cloreto de colina 70%	0,070	0,050	0,050
Sal comum	0,200	0,100	0,100
Inerte ⁽³⁾	0,700	0,600	0,050
Total	100,00	100,00	100,00
Composição calculada			
Proteína bruta (%)	20,000	19,375	16,343
Energia metabolizável (kcal/kg)	2.900	3.000	3.100
Cálcio (%)	0,950	0,881	0,686
Fósforo disponível (%)	0,489	0,351	0,325
Sódio (%)	0,0985	0,0587	0,0588
Potássio (%)	0,7664	0,7399	0,6168
Cloro (%)	0,1668	0,107	0,107
Metionina + cistina digestível (%)	0,710	0,716	0,597
Lisina digestível (%)	1,041	1,006	0,760
Treonina digestível (%)	0,676	0,654	0,551
Arginina digestível (%)	1,258	1,210	0,984
Triptofano digestível (%)	0,218	0,210	0,170
Valina digestível (%)	0,842	0,815	0,690
BE (mEq/kg) ⁽⁴⁾	182,60	176,00	148,60

⁽¹⁾Por kg de ração: Manganês, 75 mg; ferro, 50 mg; zinco, 70 mg; cobre, 8.50 mg; cobalto, 2 mg; iodo, 1.5 mg e veículo q.s.p. 1.000 g.

⁽²⁾Por kg de ração: Vit. A, 12.000 UI; vit. D₃, 2.200 UI; vit. E, 30 UI; vit. B₁, 2,2 mg; vit. B₂, 6 mg; vit. B₆, 3,3 mg; vit. B₁₂, 16 mg; ácido pantotênico, 13 mg; vit. K₃, 2,5 mg; ácido fólico, 1 mg; selênio, 0,12 mg; antioxidante, 10 mg e veículo q.s.p. - 1.000 g.

⁽³⁾Areia lavada; ⁽⁴⁾Balanco Eletrolítico.

Tabela 2. Composições percentuais das rações para as fases inicial, crescimento e final.

Fase Inicial				
Níveis de cloreto de sódio (%)				
Composição (%)	0,20	0,40	0,60	0,80
Ração basal	99,100	99,100	99,100	99,100
Sal comum	0,200	0,400	0,600	0,800
Inerte	0,700	0,500	0,300	0,100
Total	100,00	100,00	100,00	100,00
Fase Crescimento				
Níveis de cloreto de sódio (%)				
Composição (%)	0,10	0,30	0,50	0,70
Ração basal	99,300	99,300	99,300	99,300
Sal comum	0,100	0,300	0,500	0,700
Inerte	0,600	0,400	0,200	0,000
Total	100,00	100,00	100,00	100,00
Fase Final				
Níveis de cloreto de sódio (%)				
Composição (%)	0,10	0,25	0,40	0,55
Ração basal	99,300	99,300	99,300	99,300
Sal comum	0,100	0,250	0,400	0,550
Inerte	0,600	0,500	0,300	0,150
Total	100,00	100,00	100,00	100,00

Tabela 3. Temperaturas máximas e mínimas e umidade relativa do ar semanais durante o período experimental.

Semana	Temperatura (°C)			UR do ar (%)	
	Máxima	Mínima	Média	Máxima	Mínima
1	32,0	22,5	27	85	39
2	30,0	22,5	26	86	50
3	28,0	21,0	24	93	61
4	29,0	21,5	25	95	57
5	32,0	20,0	26	88	42
6	34,0	20,0	27	86	32
7	31,0	21,0	26	85	40
8	31,0	21,0	26	86	46
9	31,0	22,0	27	86	41
10	28,0	21,0	25	85	45
11	31,0	20,0	25	86	41
12	35,0	20,0	28	81	35

Os parâmetros sanguíneos, pH, pCO₂, pO₂, e concentração de hematócritos foram realizados imediatamente após colheita, no 22º dia de cada período. Foram retiradas alíquotas de 1 mL de sangue, na veia jugular, utilizando-se seringa esterilizada e com anticoagulante (heparina), em três aves de cada parcela (72 no total), escolhidas aleatoriamente. Utilizou-se o analisador de gases sanguíneo da marca i-STAT “Portable Clinical Analyzer”, provido de cartucho, acoplado à impressora. As análises dos teores de Na⁺, K⁺ e Cl⁻ no soro foram realizadas no Laboratório de Patologia Clínica do Hospital Veterinário da FCAV-UNESP, Câmpus de Jaboticabal. Para isso, foram colhidas amostras de 2 mL de sangue, na veia jugular, utilizando-se seringa esterilizada e sem anticoagulante. As amostras foram centrifugadas por 8 minutos, a 3000 rpm e após a separação do soro, foram imediatamente congeladas até as análises. Os teores de Na⁺ e K⁺ foram determinados pelo método Seletor de Íons ISELAB, retirando-se uma alíquota 100 µl de soro, já o Cl⁻ foi medido por espectrofotômetro, com o uso de reagentes Labtest.

Os dados das variáveis de desempenho e sanguíneas foram submetidos às análises de variância, conforme modelo estatístico, sendo inicialmente testadas e atendidas as pressuposições:

$$Y_{(ijk)} = \mu + \text{NaCl}_{(i)} + S_{(j)} + \text{NaClS}_{(ij)} + \varepsilon_{(ijk)}$$

em que:

$Y_{(ijk)}$ = valor médio observado na parcela que recebeu o nível de cloreto de sódio i ; no sexo j e na repetição k ;

μ = média geral do experimento;

$\text{NaCl}_{(i)}$ = efeito do nível de cloreto de sódio i , $i = 1, 2, 3$ e 4 ;

$S_{(j)}$ = efeito de sexo j , $j = 1$ e 2 ;

$\text{NaClS}_{(ij)}$ = efeito de interação entre o nível estudado (i) e o sexo (j);

$\varepsilon_{(ijk)}$ = erro aleatório associado a cada observação.

Posteriormente foram realizadas análises de regressão, considerando-se os níveis de cloreto de sódio da ração como variável independente. As estimativas dos níveis ótimos de cloreto de sódio foram feitas por meio dos modelos “Linear Response Plateau” (LRP) e quadrático. Considerando-se o LRP, o nível de NaCl estimado foi determinado pelo ponto de interseção entre a reta com o platô. Pelo modelo polinomial quadrático a estimativa do nível de NaCl foi obtida igualando-se a primeira derivada da equação à zero.

Para verificar o ajuste dos modelos levou-se em consideração a soma dos quadrados dos desvios, a significância do teste F e os coeficientes de determinação.

Quando possível o ajuste simultâneo dos modelos LRP e quadrático, descrito por SAKOMURA e ROSTAGNO (2007), esse procedimento foi adotado para determinar o nível ótimo de NaCl, com o objetivo de evitar que níveis altos (superestimados) como os encontrados pela derivação da função quadrática e níveis baixos (subestimados) normalmente observados pelo modelo LRP ocorressem. As estimativas das exigências foram obtidas por meio da primeira interseção da equação quadrática com o platô do LRP, sendo o valor da interseção calculado conforme a fórmula: $X = (-b_1 \pm (b_1^2 - 4(b_0 - L)))^{1/2} / 2b_2$; em que X são as interseções da equação quadrática com o platô do LRP, b_0 , b_1 e b_2 são a constante, o parâmetro linear e o parâmetro quadrático da

equação quadrática, respectivamente, e L, o valor da variável de interesse estimado pelo platô do LRP.

As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o programa computacional SAS 9.1, por meio dos procedimentos PROC GLM para análise de variância, PROC REG para ajuste do modelo linear e quadrático e PROC NLIN para ajuste do modelo LRP.

4.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.3.1 Níveis de cloreto de sódio (NaCl) para aves da linhagem Colonial na fase inicial (1 a 28 dias de idade)

A mortalidade observada para o período foi de 0,21% e as temperaturas médias máxima e mínima foram de 30 e 22^o C, respectivamente. As médias da umidade do ar máxima foi de 90% e mínima de 52%.

As médias das variáveis de desempenho e sanguíneas de aves da linhagem Colonial de ambos os sexos, no período de 1 a 28 dias de idade e o resumo das análises estatísticas encontram-se nas Tabelas 4 e 5.

Observou-se que os níveis de NaCl das rações influenciaram ($p < 0,05$) o consumo de ração (CR), o consumo de cloreto de sódio (CCS), a ingestão de água (IA), o ganho de peso (GP), a concentração de hematócritos (Hct) e o teor de sódio (Na^+) sanguíneo. Quanto ao sexo, verificou-se efeito significativo ($p < 0,05$) para as variáveis CR, CCS, IA, conversão alimentar (CA), GP e Hct.

Tabela 4. Resultados da análise estatística obtidos para o consumo de ração (CR), consumo de cloreto de sódio (CCS), ingestão de água (IA), conversão alimentar (CA) e ganho de peso (GP), de machos e fêmeas da linhagem Colonial recebendo rações com quatro níveis de cloreto de sódio no período de 1 a 28 dias de idade.

	Probabilidade		Níveis de cloreto de sódio (%)				Geral	CV (%)		
	NaCl	Sexo	NaCl*sexo	Sexo	0,20	0,40			0,60	0,80
CR (g/ave)	0,0359	0,0013	0,0648	M	1015	1135	1137	1173	1115	4,85
				F	1017	1027	1082	1005	1033	
				Geral	1016 B	1081 A	1109 A	1089 A		
CCS (g/ave)	0,0001	0,0001	0,001	M	2,03	4,54	6,82	9,39	5,69	3,11
				F	2,03	4,11	6,49	8,04	5,17	
				Geral	2,03	4,32	6,66	8,71		
IA (mL/ave/dia)	0,0001	0,0024	0,1428	M	110,47	119,80	127,43	144,71	125,60	5,70
				F	102,94	116,57	119,58	122,86	115,49	
				Geral	106,70	118,18	123,50	133,78		
CA (g/g)	0,7509	0,0172	0,8769	M	1,925	1,933	1,928	1,892	1,919	2,62
				F	1,994	1,975	1,963	1,967	1,975	
				Geral	1,960	1,954	1,946	1,929		
GP (g/ave)	0,0004	0,0001	0,0634	M	527	587	590	620	581	4,09
				F	481	520	551	511	516	
				Geral	504	554	570	566		

Médias seguidas de letras iguais nas linhas não diferem entre si pelo teste de Duncan ($p>0,05$).
CV = Coeficiente de Variação; M = Machos; F = Fêmeas.

Tabela 5. Resultados da análise estatística obtidos para potencial hidrogeniônico no sangue (pH), pressão de gás carbônico (pCO₂), pressão de oxigênio (pO₂), concentração de hematócritos (Hct), sódio (Na⁺), potássio (K⁺) e cloreto (Cl⁻) sanguíneo de machos e fêmeas da linhagem Colonial recebendo rações com quatro níveis de cloreto de sódio no período de 1 a 28 dias de idade.

	Probabilidade			Níveis de cloreto de sódio (%)				Geral	CV (%)	
	NaCl	Sexo	NaCl*sexo	Sexo	0,20	0,40	0,60			0,80
pH	0,9638	0,9890	0,4701	M	7,31	7,28	7,30	7,31	7,30	0,63
				F	7,27	7,32	7,31	7,30	7,30	
				Geral	7,29	7,30	7,31	7,31	7,30	
pCO ₂ (mmHg)	0,8200	0,4868	0,6772	M	43,05	47,30	47,80	42,88	45,26	13,43
				F	45,79	42,41	43,69	42,21	43,52	
				Geral	44,42	44,85	45,74	42,54	43,52	
pO ₂ (mmHg)	0,4267	0,4359	0,9874	M	56,78	60,61	56,50	60,50	58,60	9,51
				F	55,33	57,55	54,67	59,67	56,80	
				Geral	56,05	59,08	55,58	60,08	56,80	
Hct (%)	0,0013	0,0359	0,0002	M	21,89	18,41	20,44	17,72	19,62	4,12
				F	20,67	19,44	19,78	21,67	20,39	
				Geral	21,28	18,93	20,11	19,69	20,39	
Na ⁺ (mmol/L)	0,0201	0,8396	0,9591	M	139,00	136,75	136,83	136,67	137,31	1,51
				F	139,89	137,00	136,50	136,55	137,49	
				Geral	139,44	136,87	136,67	136,61	137,49	
K ⁺ (mmol/L)	0,9306	0,4972	0,7177	M	3,85	3,72	3,82	3,98	3,84	9,31
				F	3,87	3,95	4,11	3,84	3,94	
				Geral	3,86	3,84	3,96	3,91	3,94	
Cl ⁻ (mEq/L)	0,2953	0,2465	0,1612	M	110,78	106,61	108,28	111,11	109,19	2,47
				F	108,05	110,11	112,28	111,67	110,53	
				Geral	109,42	108,36	110,28	111,39	110,53	

CV = Coeficiente de Variação; M = Machos; F= Fêmeas.

A interação significativa ($p < 0,01$) entre os níveis de NaCl e o sexo para o CCS e Hct, indicaram que para essas variáveis, machos e fêmeas possuem comportamento diferenciado frente aos níveis NaCl estudados.

As equações ajustadas para as variáveis, os coeficientes de determinação (R^2) e os níveis de NaCl estimados (NNaCl) conforme os modelos encontram-se na Tabela 6.

Tabela 6. Equações ajustadas para o consumo de cloreto de sódio (CCS), ingestão de água (IA), ganho de peso (GP), concentração de hematócritos (Hct) e sódio sanguíneo (Na^+) em função dos níveis de cloreto de sódio (NaCl), coeficientes de determinação (R^2), e níveis de NaCl estimados (NNaCl) com o uso de diferentes modelos.

Modelo	Variáveis/Equações	NNaCl (%)	R^2
	Consumo cloreto sódio (g/ave) - Machos		
Linear	CCS= $-0,3929 + 12,177 \text{ NaCl}$	---	0,99
	Consumo cloreto sódio (g/ave) - Fêmeas		
Linear	CCS= $0,0673 + 10,202 \text{ NaCl}$	---	0,99
	Ingestão de água (mL/ave/dia)		
Linear	IA= $98,905 + 43,280 \text{ NaCl}$	---	0,98
LRP	IA= $128,60 - 57,4038 (0,5822 - \text{NaCl})$	0,582	0,86
	Ganho de peso (g/ave)		
Linear	GP = $498,37 + 100,407 \text{ NaCl}$	---	0,73
LRP	GP = $568,10 - 247,20 (0,458 - \text{NaCl})$	0,458	0,99
Quadrático	GP = $430,427 + 440,118 \text{ NaCl} - 339,711 \text{ NaCl}^2$	0,648	0,99
Quadr.+LRP	$430,427 + 440,118 \text{ NaCl} - 339,711 \text{ NaCl}^2 = 568,10$	0,528	---
	Concentração de hematócritos (%) - Machos		
Linear	Hct= $22,235 - 5,235 \text{ NaCl}$	---	0,95
	Concentração de hematócritos (%) - Fêmeas		
Quadrático	Hct= $23,444 - 17,778 \text{ NaCl} + 19,444 \text{ NaCl}^2$	0,457	0,53
	Sódio sanguíneo (mmol/L)		
Linear	Na= $139,576 - 4,354 \text{ NaCl}$	---	0,67
LRP	Na= $136,60 - 12,847 (\text{NaCl} - 0,4184)$	0,418	0,99
Quadrático	Na= $142,7194 - 20,0697 \text{ NaCl} + 15,715 \text{ NaCl}^2$	0,638	0,96
Quadr.+LRP	$142,7194 - 20,0697 \text{ NaCl} + 15,715 \text{ NaCl}^2 = 136,60$	0,503	---

Embora os níveis de NaCl das rações tenham influenciado o consumo de ração (CR) das aves de ambos os sexos, verificou-se que nenhum dos modelos estudados ajustaram-se aos resultados. No entanto, pelo teste de Duncan, foi possível observar que as aves que receberam os níveis que variaram de 0,40 a 0,80% de NaCl apresentaram maior CR do aquelas que receberam 0,20%. Esse resultado difere daqueles encontrados por (BUTOLO et al., 1995; BORGES et al., 1998 e VIANA, 2000) que não encontraram efeito no CR devido aos níveis de NaCl avaliados.

Com o desdobramento da interação existente entre os níveis de NaCl e sexos avaliados, verificou-se aumento linear crescente ($p < 0,01$) no CCS, conforme os níveis de NaCl das rações aumentaram tanto para machos quanto para fêmeas. Esse resultado foi devido às diferenças observadas no CR entre os sexos e às crescentes suplementações de NaCl nas rações.

Analisando a ingestão de água (IA) das aves, verificou-se que os modelos linear e LRP ajustaram-se aos resultados. Dessa forma, observou-se que à medida que os níveis de NaCl foram acrescidos nas rações, houve aumento na IA pelas aves. No entanto, o ajuste fornecido pelo modelo LRP estimou o nível de 0,582% de NaCl, ocorrendo a partir desse nível um platô. Porém, ao considerar a crítica aplicada ao modelo LRP, o qual geralmente subestima os níveis ótimos dos nutrientes e levando em consideração as respostas biológicas das aves e os valores de R^2 apresentados para os dois modelos, o modelo linear se apresentou como o mais apropriado nesse caso.

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 (FURLAN et al., 2002). BORGES et al. (1998) relataram que outros fatores como as temperaturas da água e do ambiente podem interferir na ingestão de água pelas aves, dificultando o estabelecimento do valor exato que o aumento do nível de sal na ração provoca na ingestão de água e suas consequências.

Considerando o ganho de peso (GP), observou-se aumento ($p < 0,01$) à medida que os níveis de NaCl nas rações aumentaram, o que pode ser devido ao aumento no CR com os crescentes níveis de NaCl avaliados. Ao analisar os resultados, verificou-se ajuste adequado pelos modelos linear, quadrático e LRP. A estimativa do nível ótimo de NaCl obtida pelo modelo quadrático foi de 0,648%. Com o modelo LRP o nível estimado foi de 0,458% de NaCl. No entanto, utilizando o método descrito por SAKOMURA e ROSTAGNO (2007), estimou-se que o nível de 0,528% de NaCl seria o mais adequado (Figura 1). Trabalhando com frangos de corte de 1 a 49 dias de idade, ORTIZ e ORTUÑO (1999) também observaram aumento no GP das aves com níveis de 0,60 e 0,80% de NaCl nas rações. Entretanto, BUTOLO et al. (1995) não encontraram

efeito sobre o GP dos frangos de corte de 1 a 21 dias, tendo sido estimado o nível de 0,55% de NaCl na ração que minimizou conversão alimentar.

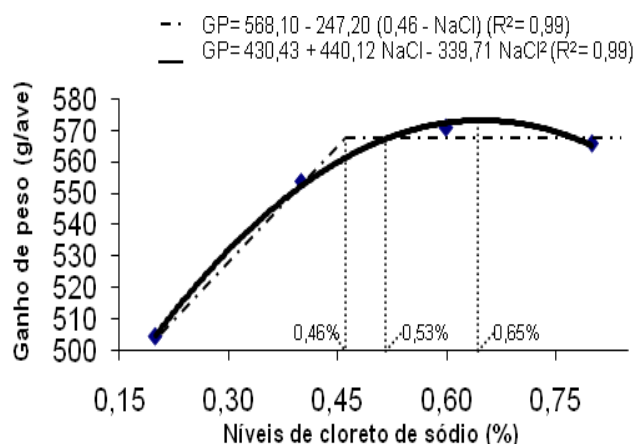


Figura 1. Representação gráfica do nível de cloreto de sódio ração sobre o ganho de peso das aves Colonial de ambos os sexos, no período de 1 a 28 dias, estimado pela primeira interseção da equação quadrática com o platô do LRP.

Com relação ao desdobramento da interação entre os níveis de NaCl e sexo aos resultados da concentração de hematócritos (Hct) das aves, verificou-se que o melhor ajuste dos resultados dos machos foi obtido pelo modelo linear decrescente. Dessa forma, verificou-se que à medida que os níveis de NaCl aumentaram nas rações, a concentração de Hct decrescia no sangue. Os resultados obtidos pelas fêmeas foram semelhantes aos dos machos, sendo ajustado pela equação quadrática que estimou o nível de 0,457% de NaCl que minimizou a Hct no sangue. Esses resultados estão de acordo com os de LOTT et al. (1992), quando trabalharam com frangos de corte de 36 aos 39 dias de idade e verificaram que à medida que os níveis de Na foram acrescidos na água de bebida, ocorria decréscimo na concentração de hematócritos.

Devido aos acréscimos na ingestão de NaCl pelas aves que receberam maiores suplementações nas rações, possivelmente, os níveis de Na^+ no plasma sanguíneo tornaram-se elevados momentaneamente. No entanto, como o organismo animal precisa manter os níveis adequados de eletrólitos no plasma, é provável que os

processos metabólicos para manterem a homeostase orgânica foram acionados, resultando em maiores ingestão de água pelas aves. Esse fato pode ter favorecido a hemodiluição, que por sua vez, pode ter resultado em hemólise das hemácias, propiciando menores valores de Hct no sangue. Quando ocorre alteração na pressão osmótica do sangue, as hemácias podem se romper, devido à menor concentração de íons na solução (hipotônica) plasmática, diminuindo a concentração de células vermelhas circulantes (MACARI e LUQUETTI, 2002).

Avaliando os resultados do teor de sódio sanguíneo (Na^+) das aves, constatou-se que o ajuste foi obtido pelos modelos linear, LRP e quadrático. Pela observação dos resultados verificou-se que acréscimos nos níveis de NaCl nas rações resultaram em menores teores Na^+ no sangue. Apesar do modelo linear ter se ajustado aos resultados, foi possível a obtenção do nível que minimiza o Na^+ no sangue, com o uso do modelo LRP, sendo estimado o nível de 0,418% de NaCl. Por sua vez, a equação quadrática estimou que 0,638% seria o ponto onde ocorre menores valores para o Na^+ sanguíneo. Pela interseção da curva quadrática com o platô do LRP obteve-se o nível de 0,503% de NaCl na ração, que correspondeu a menores valores. Essa redução do teor de Na^+ no sangue pode ser devido a maior ingestão de água pelas aves, que acarretou na hemodiluição com os crescentes níveis de NaCl das rações. A regulação do conteúdo de Na do plasma e, portanto, a osmolalidade do plasma e volume intracelular ocorre por mudanças no equilíbrio hídrico. As oscilações na ingestão diária são seguidas de adaptações na excreção urinária (FURLAN et al., 2002).

4.3.2. Níveis de cloreto de sódio (NaCl) para aves da linhagem Colonial na fase crescimento (28 a 56 dias de idade)

A mortalidade observada foi de 0,83% e as temperaturas médias máxima e mínima foram de 32 e 20° C, respectivamente. A umidade relativa do ar máxima foi de 86% e mínima de 40%.

As médias das variáveis de desempenho e sanguíneas de aves da linhagem Colonial de ambos os sexos, no período de 28 a 56 dias de idade e o resumo das análises estatísticas das variáveis encontram-se nas Tabelas 7 e 8 .

Pela análise dos resultados, verificou-se que os níveis de NaCl das rações influenciaram ($p < 0,01$) as variáveis consumo de ração (CR), consumo de cloreto de sódio (CCS), ingestão de água (IA), conversão alimentar (CA), ganho de peso (GP), sódio (Na^+) sanguíneo e cloro (Cl^-) no sangue ($p < 0,05$). Observou-se efeito de sexo para o CR, CCS, IA, CA, GP, potencial hidrogeniônico (pH) e Na^+ sanguíneo. Não houve efeito ($p > 0,05$) da interação dos níveis de NaCl e o sexo para as todas as variáveis analisadas, exceto para o CCS ($p < 0,01$) e GP ($p < 0,05$), o que demonstra diferença no comportamento das respostas de machos e fêmeas aos níveis de NaCl avaliados para essas variáveis.

As equações obtidas, os coeficientes de determinação (R^2) e os níveis de NaCl estimados (N_{NaCl}) encontram-se na Tabela 9.

Embora os resultados para o consumo de ração (CR) tenham apresentado efeito significativo ($p < 0,01$), verificou-se que nenhum dos modelos propostos ajustaram-se adequadamente, sendo aplicado o teste de Duncan. Observou-se que o menor CR foi obtido para o menor nível (0,10% de NaCl), obtendo-se maiores CR nos níveis subseqüentes e estes não diferiram entre si. BORGES et al. (1998) não encontraram efeito da suplementação de NaCl em rações contendo 0,30; 0,45; 0,60; 0,75 e 0,90% sobre o CR dos frangos de corte de 22 a 42 dias de idade.

O desdobramento da interação do consumo de cloreto de sódio (CCS) mostrou que machos e fêmeas responderam de forma linear crescente, aumentando o CCS à medida que os níveis de NaCl nas rações aumentaram.

Tabela 7. Resultados da análise estatística obtidos para o consumo de ração (CR), consumo de cloreto de sódio (CCS), ingestão de água (IA), conversão alimentar (CA) e ganho de peso (GP), de machos e fêmeas da linhagem Colonial recebendo rações com quatro níveis de cloreto de sódio no período de 28 a 56 dias de idade.

	Probabilidade		Níveis de Cloreto de Sódio (%)				Geral	CV (%)		
	NaCl	Sexo	NaCl*sexo	Sexo	0,10	0,30			0,50	0,70
CR (g/ave)	0,0036	0,0001	0,4387	M	2992	3234	3281	3334	3210	3,61
				F	2560	2733	2720	2703	2679	
				Geral	2776B	2983A	3001A	3019A		
CCS (g/ave)	0,0001	0,0001	0,0001	M	2,99	9,70	16,40	23,34	13,10	4,55
				F	2,56	8,20	13,60	18,92	10,82	
				Geral	2,78	8,95	15,00	21,13		
IA (mL/ave/dia)	0,0007	0,0002	0,8437	M	163,62	175,01	188,92	213,97	185,38	8,61
				F	142,62	148,26	157,94	178,17	156,75	
				Geral	153,12	161,64	173,43	196,07		
CA (g/g)	0,0001	0,0001	0,3832	M	2,933	2,564	2,590	2,595	2,671	2,84
				F	3,113	2,842	2,766	2,903	2,906	
				Geral	3,023	2,703	2,678	2,749		
GP (g/ave)	0,0001	0,0001	0,0145	M	1021	1261	1267	1286	1209	3,56
				F	863	962	983	985	948	
				Geral	942	1111	1125	1135		

Médias seguidas de letras iguais nas linhas não diferem entre si pelo teste de Duncan ($p > 0,05$)
CV = Coeficiente de Variação; M = Machos; F = Fêmeas.

Tabela 8. Resultados da análise estatística obtidos para potencial hidrogeniônico sanguíneo (pH), pressão de gás carbônico ($p\text{CO}_2$), pressão de oxigênio ($p\text{O}_2$), concentração de hematócritos (Hct), sódio (Na^+), potássio (K^+) e cloro (Cl^-) sanguíneos de machos e fêmeas da linhagem Colonial recebendo rações com quatro níveis de cloreto de sódio no período de 28 a 56 dias de idade.

	Probabilidade		Sexo	Níveis de Cloreto de Sódio (%)				Geral	CV (%)	
	NaCl	Sexo		NaCl*sexo	0,10	0,30	0,50			0,70
pH	0,2455	0,0331	0,3808	M	7,41	7,41	7,41	7,39	7,40	0,42
				F	7,35	7,35	7,41	7,37	7,37	
				Geral	7,38	7,38	7,41	7,38	7,37	
$p\text{CO}_2$ (mmHg)	0,6596	0,4021	0,5277	M	36,18	33,78	35,91	36,29	35,54	9,78
				F	39,05	37,61	34,35	36,11	36,78	
				Geral	37,62	35,69	35,13	36,20	36,78	
$p\text{O}_2$ (mmHg)	0,3644	0,5686	0,8355	M	63,11	61,67	60,00	55,44	60,05	8,95
				F	60,89	58,11	58,83	57,33	58,79	
				Geral	62,00	59,89	59,42	56,39	58,79	
Hct (%)	0,2613	0,8923	0,7963	M	20,89	19,33	20,33	18,94	19,87	8,73
				F	21,22	19,67	19,00	19,22	19,78	
				Geral	21,05	19,50	19,67	19,08	19,78	
Na^+ (mmol/L)	0,0003	0,0137	0,3686	M	138,89	140,33	141,67	140,22	140,28	0,474
				F	140,44	141,11	142,11	140,46	141,03	
				Geral	139,67	140,72	141,89	140,34	141,03	
K^+ (mmol/L)	0,8809	0,4110	0,4042	M	3,85	3,77	3,83	4,22	3,92	10,30
				F	4,00	4,07	4,29	3,89	4,06	
				Geral	3,93	3,92	4,06	4,05	4,06	
Cl^- (mEq/L)	0,015	0,1677	0,9888	M	95,89	97,44	98,22	97,67	97,30	1,45
				F	96,67	98,33	98,78	98,78	98,14	
				Geral	96,28	97,89	98,50	98,22	98,14	

CV = Coeficiente de Variação; M = Machos; F = Fêmeas.

Tabela 9. Equações ajustadas para o consumo de cloreto de sódio (CCS), ingestão de água (CH₂O), conversão alimentar (CA), ganho de peso (GP), sódio (Na⁺) e cloro (Cl⁻) no sangue, em função dos níveis de cloreto de sódio (NaCl), coeficientes de determinação (R²) e níveis de NaCl (N_{NaCl}) estimados com o uso de diferentes modelos para aves da linhagem Colonial.

Modelo	Variáveis/Equações	N _{NaCl} (%)	R ²
Consumo de cloreto de sódio (g/ave) - Macho			
Linear	CCS= -0,4390 + 33,8718 NaCl	---	0,99
Consumo de cloreto de sódio (g/ave) - Fêmea			
Linear	CCS= -0,0771 + 27,2437 NaCl	---	0,99
Ingestão de água (mL/ave/dia)			
Linear	IA = 142,937 + 70,318 NaCl	---	0,95
LRP	IA = 177,00 – 124,9 (0,2915 – NaCl)	0,291	0,41
Conversão alimentar (g/g)			
Linear	CA = 2,9578 – 0,42347 NaCl	---	0,47
LRP	CA= 2,7102 – 1,6197(NaCl – 0,2933)	0,293	0,97
Quadrático	CA = 3,227 – 2,379 NaCl + 2,445 NaCl ²	0,486	0,97
Quadr. + LRP	3,227 – 2,379 NaCl + 2,445 NaCl ² = 2,7102	0,327	---
Ganho de peso (g/ave) - Macho			
Linear	GP = 1049,086 + 399,489 NaCl	---	0,62
LRP	GP = 1276,50 – 1198,40 (0,3129 – NaCl)	0,313	0,99
Quadrático	GP = 896,91 + 1506,22 NaCl – 1383,42 NaCl ²	0,544	0,94
Quadr. + LRP	896,91 + 1506,22 NaCl – 1383,42 NaCl ² = 1276,50	0,396	---
Ganho de peso (g/ave) - Fêmea			
Linear	GP = 870,851 + 193,223 NaCl	---	0,55
LRP	GP = 983,90 – 493,90 (0,3449 – NaCl)	0,345	0,99
Quadrático	GP = 803,881 + 680,271 NaCl – 608,811 NaCl ²	0,559	0,72
Quadr. + LRP	803,881 + 680,271 NaCl – 608,811 NaCl ² = 983,90	0,430	---
Sódio sanguíneo (mmol/L)			
LRP	Na = 141,00 – 12,7364 (0,2035 – NaCl)	0,203	0,67
Quadrático	Na = 138,227 + 14,608 NaCl – 16,2646 NaCl ²	0,449	0,84
Quadr. + LRP	138,227 + 14,608 NaCl – 16,2646 NaCl ² = 141,00	0,272	---
Cloro sanguíneo (mEq/L)			
Linear	Cl= 96,433 + 3,222 NaCl	---	0,70
LRP	Cl = 98,3611 – 8,0556 (0,3586 – NaCl)	0,359	0,99
Quadrático	Cl = 95,135 + 12,667 NaCl – 11,805 NaCl ²	0,536	0,99
Quadr. + LRP	95,135 + 12,667 NaCl – 11,805 NaCl ² = 98,3611	0,416	---

Quanto aos resultados da ingestão de água (IA) pelas aves, verificou-se que os modelos linear e LRP ajustaram-se adequadamente. Analisando a equação fornecida pelo modelo LRP é possível verificar que o nível de 0,291% de NaCl equivale ao ponto de máxima IA, ocorrendo a partir desse nível um platô. Contudo, pela observação dos valores de R² fornecidos pelos dois modelos e sabendo que o modelo LRP geralmente

subestima os níveis dos nutrientes, pode-se sugerir que para essa variável o modelo linear seja mais apropriado às respostas biológicas das aves.

A relação água: ração esperada para frangos de corte é de 2:1, e a consequência da maior ingestão de água é o aumento da umidade da cama (BORGES et al., 1998). No presente estudo a umidade da cama não dificultou o manejo, mas esse efeito foi devido ao fato de que as aves criadas em sistema semi-confinado passam grande parte do tempo nos piquetes.

Ao considerar a conversão alimentar (CA) das aves frente aos níveis de NaCl avaliados, verificou-se que os modelos linear, LRP e quadrático ajustaram-se aos resultados. A estimativa obtida pelo LRP forneceu o nível de 0,293% de NaCl na ração que irá minimizar a mesma. Porém, o modelo quadrático estimou o nível de 0,486% de NaCl. Pela primeira interseção da equação quadrática com o platô do LRP obtém-se o nível intermediário de 0,327% de NaCl. Nível maior (0,59%) de suplementação de NaCl que melhora a CA foi encontrado por ORTIZ e ORTUÑO (1999) para frangos de 1 a 49 dias.

Com o desdobramento da interação entre os fatores avaliados para o ganho de peso (GP), verificou-se que os modelos linear, LRP e quadrático ajustaram-se aos resultados dos machos e fêmeas. As estimativas fornecidas pelo LRP indicaram os níveis de 0,313 e 0,345% de NaCl para machos e fêmeas, respectivamente. No entanto, o modelo quadrático, estimou para os machos 0,544% e para as fêmeas 0,559% de NaCl na ração. A interseção da curva quadrática com o platô do LRP, estimou os níveis de 0,396% de NaCl, que corresponde a 0,18% de Na e 0,28% de Cl na ração para os machos e 0,430% de NaCl (0,19% de Na e 0,31% de Cl na ração) para as fêmeas (Figura 2). MURAKAMI et al. (2001) estudando as exigências de Na e Cl, separadamente, recomendaram os níveis de 0,12% de Na e 0,20% de Cl que maximizam o GP de frangos de corte em crescimento, níveis estes abaixo dos encontrados neste experimento.

WALICKA et al. (1979) trabalhando com frangos de corte de 7 a 21 dias e 28 a 56 dias de idade, verificaram que as aves que receberam rações deficientes em NaCl apresentaram piores resultados para o GP e CR. Os autores relataram que a deficiência

dietética em NaCl afetou o metabolismo de água, como resultado do desbalanço osmótico dos íons de Na^+ e Cl^- . Este fato pode ter culminado em movimento da água do fluido extra para o intracelular, causando desidratação nos frangos e conseqüentemente, desequilíbrio ácido básico e acréscimo no volume celular. Desse modo, o teor de água corporal pode ter sido o principal fator responsável pelo reduzido crescimento em frangos alimentados com rações deficientes em NaCl. Este fato pode justificar os piores resultados de GP observados neste experimento, para as aves que receberam rações com menores inclusões de NaCl.

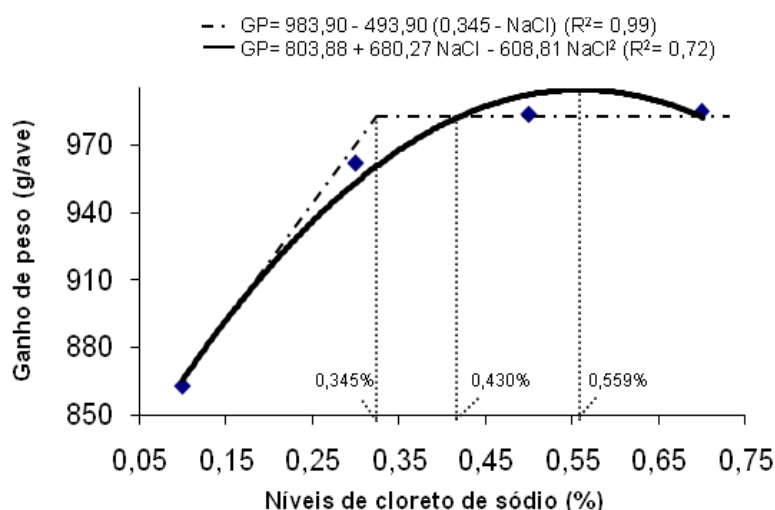


Figura 2. Representação gráfica do nível de cloreto de sódio da ração sobre o ganho de peso das aves Colonial, fêmeas, no período de 28 a 56 dias, estimado pela primeira interseção da equação quadrática com platô do LRP.

Avaliando os resultados do teor de sódio (Na^+) sanguíneo constatou-se que os níveis de NaCl influenciaram ($p < 0,01$) esta variável. A análise dos modelos aplicados, indicou que o LRP e o quadrático apresentaram bom ajuste, tendo obtido os níveis de 0,203 e 0,449% de NaCl, respectivamente, que maximizam os níveis desse íon no sangue das aves. Contudo, realizando o cálculo da associação dos dois modelos, obteve-se o nível de 0,272% de NaCl que maximiza teor de Na^+ sanguíneo.

Observou-se efeito ($p < 0,05$) do teor de cloro (Cl^-) sanguíneo à medida que os níveis de NaCl foram acrescidos nas rações. Pela análise dos resultados, verificou-se que os modelos linear, LRP e quadrático ajustaram-se, sendo estimado 0,359% (LRP) e 0,536% (quadrático) de NaCl na ração que maximizou o nível desse íon no soro. A estimativa da interseção da equação quadrática com o platô do LRP forneceu o nível de 0,416% de NaCl. O aumento no Cl^- sanguíneo deprime a excreção de H^+ e a reabsorção de HCO_3^- pelos rins. Isto poderia contribuir com uma acidificação do sangue (BORGES et al., 2003), porém, nesta fase não houve diferenças significativas no pH sanguíneo devido aos níveis de NaCl avaliados.

4.3.3. Níveis de cloreto de sódio (NaCl) para aves da linhagem Colonial na fase final (56 a 84 dias de idade)

As temperaturas médias máxima e mínima foram 31 e 21^o C, respectivamente, e a umidade relativa do ar máxima foi de 84% e mínima de 40%. A mortalidade registrada no período foi de 0,42%.

As médias das variáveis de desempenho e sanguíneas de aves da linhagem Colonial de ambos os sexos, no período de 56 a 84 dias de idade e o resumo das análises estatísticas encontram-se nas Tabelas 10 e 11.

A análise dos resultados indicou que os níveis de NaCl das rações influenciaram ($p < 0,05$) as variáveis, consumo de cloreto de sódio (CCS), ingestão de água (IA), ganho de peso (GP), pH sanguíneo (pH) e o teor de cloro (Cl^-) no sangue. No entanto, verificou-se que para todas as variáveis de desempenho houve efeito ($p < 0,01$) de sexo, não havendo para as variáveis sanguíneas. Não houve efeito significativo ($p > 0,05$) da interação dos níveis de NaCl e o sexo para a maioria das variáveis avaliadas, exceto para o CCS e IA.

As equações obtidas, os coeficientes de determinação (R^2) e os níveis de NaCl estimados (N_{NaCl}) encontram-se na Tabela 12.

Tabela 10. Resultados da análise estatística obtidos para o consumo de ração (CR), consumo de cloreto de sódio (CCS), ingestão de água (IA), conversão alimentar (CA) e ganho de peso (GP), de machos e fêmeas da linhagem Colonial recebendo rações com quatro níveis de cloreto de sódio no período de 56 a 84 dias de idade.

	Probabilidade		Níveis de Cloreto de sódio (%)							Geral	CV (%)
	NaCl	Sexo	NaCl*sexo	Sexo	0,10	0,25	0,40	0,55			
CR (g/ave)	0,4401	0,0001	0,5942	M	4349	4514	4346	4318	4382	4,06	
				F	3272	3344	3424	3279	3330		
				Geral	3810	3929	3885	3798			
CCS (g/ave)	0,0001	0,0001	0,0002	M	4,04	11,28	17,38	23,75	14,11	5,73	
				F	3,27	8,36	13,70	18,03	10,84		
				Geral	3,66	9,82	15,54	20,89			
IA (mL/ave/dia)	0,0054	0,0001	0,0250	M	309,83	317,58	328,10	312,23	316,94	4,07	
				F	191,01	196,14	217,67	229,28	208,53		
				Geral	250,42	256,86	272,89	270,76			
CA (g/g)	0,2151	0,0001	0,9539	M	3,819	3,654	3,727	3,674	3,718	4,38	
				F	4,327	4,113	4,151	4,063	4,161		
				Geral	4,068	3,883	3,939	3,868			
GP (g/ave)	0,0369	0,0001	0,4455	M	1057	1236	1170	1176	1160	6,65	
				F	759	813	824	808	801		
				Geral	908 B	1025 A	997 A	992 A			

Médias seguidas de letras iguais nas linhas não diferem entre si pelo teste de Duncan ($p > 0,05$).
CV = Coeficiente de Variação; M = Machos; F = Fêmeas.

Tabela 11. Resultados da análise estatística obtidos para potencial hidrogeniônico sanguíneo (pH), pressão de gás carbônico ($p\text{CO}_2$), pressão de oxigênio ($p\text{O}_2$), concentração de hematócritos (Hct), sódio (Na^+), potássio (K^+) e cloro (Cl^-) sanguíneos de machos e fêmeas da linhagem Colonial recebendo rações com quatro níveis de cloreto de sódio no período de 56 a 84 dias de idade.

	Probabilidade		Níveis de Cloreto de Sódio (%)					Geral	CV (%)	
	NaCl	Sexo	NaCl*sexo	Sexo	0,10	0,25	0,40			0,55
	Sexo	Sexo	Sexo	Sexo	0,10	0,25	0,40			0,55
pH	0,0335	0,0776	0,1984	M	7,40	7,41	7,40	7,39	7,40	
				F	7,41	7,37	7,40	7,34	7,38	
				Geral	7,41	7,39	7,40	7,36		
$p\text{CO}_2$ (mHg)	0,6323	0,2753	0,1210	M	38,88	34,97	35,72	36,03	36,40	
				F	34,48	37,91	38,02	41,54	37,99	
				Geral	36,68	36,44	36,87	38,79		
$p\text{O}_2$ (mHg)	0,1048	0,7113	0,4117	M	57,55	63,67	58,55	59,78	59,88	
				F	62,89	65,22	58,55	55,78	60,61	
				Geral	60,22	64,44	58,55	57,77		
Hct (%)	0,9671	0,6227	0,4576	M	22,14	21,22	21,00	23,00	21,84	
				F	22,44	22,39	22,78	21,33	22,24	
				Geral	22,29	21,80	21,89	22,17		
Na^+ (mmol/L)	0,2836	0,6269	0,7429	M	145,55	138,78	139,33	136,89	140,14	
				F	140,28	139,22	140,33	136,33	139,04	
				Geral	142,92	139,00	139,83	136,61		
K^+ (mmol/L)	0,6359	0,2291	0,7110	M	3,92	4,06	3,54	3,81	3,83	
				F	3,97	4,10	4,04	4,00	4,03	
				Geral	3,95	4,08	3,79	3,90		
Cl^- (mEq/L)	0,0481	0,2444	0,0586	M	98,22	104,50	105,94	103,28	102,99	
				F	101,22	106,50	99,28	98,17	101,29	
				Geral	99,72 B	105,50 A	102,61 AB	100,72 B		

Médias seguidas de letras iguais nas linhas não diferem entre si pelo teste de Duncan ($p>0,05$).
CV = Coeficiente de Variação; M = Machos; F = Fêmeas.

Tabela 2. Equações ajustadas para o consumo de cloreto de sódio (CCS), ingestão de água (IA), pH e sódio (Na⁺) sanguíneo em função dos níveis de cloreto de sódio (NaCl), coeficientes de determinação (R²) e níveis de NaCl estimados (N_{NaCl}) com o uso de diferentes modelos para aves da linhagem Colonial.

Modelo	Variáveis/Equações	N _{NaCl} (%)	R ²
	Consumo de cloreto de sódio (g/ave) - Macho		
Linear	CCS = -0,0116 + 43,4676 NaCl	---	0,99
	Consumo de cloreto de sódio (g/ave) - Fêmea		
Linear	CCS = 0,0896 + 33,0794 NaCl	---	0,99
	Ingestão de água (mL/ave/dia) – Fêmea		
Linear	IA = 178,981 + 90,9103 NaCl	---	0,95
LRP ⁽¹⁾	IA = 214,40 – 157,80 (0,248 – NaCl)	0,248	0,42
	pH sanguíneo		
Linear	pH = 7,4157 – 0,076 NaCl	---	0,70

¹(p=0,0584)

A interação (p<0,01) existente entre os fatores para o consumo de cloreto de sódio (CCS), demonstrou que machos e fêmeas possuem comportamento diferenciado frente aos níveis de NaCl avaliados. O modelo linear crescente ajustou-se aos resultados de ambos os sexos.

Considerando-se o desdobramento da interação entre os fatores para a variável ingestão de água (IA), verificou-se que os modelos aplicados ajustaram-se somente aos resultados das fêmeas. Os modelos que ajustaram aos dados foram o linear e o LRP, sendo que a estimativa obtida pelo LRP foi de 0,248% de NaCl na ração, ocorrendo após, uma estabilização na resposta. Porém, assim como nas fases anteriores, pela observação dos resultados, o modelo linear apresenta-se como o mais apropriado para essa variável.

BORGES et al. (1999) verificaram que manipulando as rações com níveis de Na e Cl, ocorreu aumento linear na IA pelos frangos de corte. Os autores justificaram que o aumento na ingestão de sódio, aumenta a resistência osmótica do sangue e atua no controle da ingestão de água pelas aves de forma a satisfazer a sensação de sede.

Embora os níveis de NaCl avaliados tenham influenciado (p<0,05) o ganho de peso (GP) das aves, não foi possível o ajuste adequado dos modelos estudados para essa variável, dessa forma, foi utilizado o teste de Duncan. Verifica-se pelos resultados (Tabela 10) que o menor nível (0,10%) apresentou o pior GP, sendo que nos níveis

subseqüentes houve melhora com os acréscimos de NaCl nas rações e estes não diferiram entre si. A melhora observada para o GP no segundo nível (0,25% de NaCl) em relação ao primeiro, foi de 13%, correspondendo a 0,12% de Na e 0,20% de Cl na ração. Considerando que as exigências em Na e Cl diminuem com a idade, ROSTAGNO et al. (2005) elaboraram equações que permitem estimar os níveis desses nutrientes para cada idade. Pelos cálculos das equações estimou-se 0,15% de Na e 0,13% de Cl para os machos e 0,14% de Na e 0,12% de Cl para as fêmeas.

Observou-se que o pH sanguíneo foi reduzido ($p < 0,05$) com os níveis crescentes de NaCl das rações. O ajuste dos resultados foi obtido pelo modelo linear. Este resultado, já era previsto, pois com o aumento nos níveis de NaCl das rações o Cl aumenta mais que o Na, uma vez que o NaCl possui cerca 60,23% de Cl contra 39,74% de Na e sendo o Cl um íon de caráter acidogênico é possível que a elevação dos níveis de NaCl nas rações propiciou um ligeiro declínio no pH sanguíneo. Porém, esse fato não resultou em efeitos adversos, pois de acordo com FURLAN et al. (2002) o pH do sangue das aves varia sob condições fisiológicas, na faixa de 7,20 a 7,36.

Os níveis de NaCl avaliados influenciaram ($p < 0,05$) o teor de cloro (Cl^-) sanguíneo, porém não foi possível o ajuste adequado dos modelos estudados para essa variável. Pela análise do teste de Duncan, observou-se que os níveis (0,25 e 0,40% de NaCl) apresentaram maiores valores para a deposição de Cl^- no sangue. O aumento do Cl^- sanguíneo pode contribuir em acidificação do sangue (BORGES et al., 2003), esse efeito pode ter causado redução do pH sanguíneo das aves.

4.4. CONCLUSÕES

O nível recomendado para as aves da linhagem Colonial, de ambos os sexos é de 0,528% de NaCl na ração, correspondendo a 0,23% de Na e 0,36% de Cl na ração, para fase inicial de 1 a 28 dias de idade.

Para a fase de crescimento (28 a 56 dias), os níveis de 0,396 e 0,430% de NaCl, são recomendados para maximizar o ganho de peso das aves machos e fêmeas, respectivamente, correspondendo a 0,18% de Na e 0,28% de Cl na ração para os machos e 0,19% de Na e 0,31% de Cl na ração para as fêmeas.

Na fase final, 56 a 84 dias, o nível recomendado é de 0,250% de NaCl, correspondendo a 0,12% de Na e 0,20% de Cl na ração para aves de ambos os sexos, que atende as exigências para todas as variáveis analisadas.

4.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, R.D. **Exigência nutricional de fósforo e sua disponibilidade em diversos alimentos para aves**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1989. 142 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1989.

AL-MASRI, M. R. Absorption and endogenous excretion of phosphorus in growing broiler chicks, as influenced by calcium and phosphorus ratios in feed. **British Journal of Nutrition**, v.74, p. 407-415, 1995.

ALVARENGA, R.R.; ZANGERÔNIMO, M.G.; ALVARENGA, R.R. **Adição de fitase em rações para frangos de corte**. [02 set. 2008] (<http://www.pubvet.com.br/material/Alvare210.pdf>)

ALVES, E. L.; TEIXEIRA, A. S.; BERTECHINI, A. G. et al. Efeito dos níveis de cálcio em duas fontes sobre o desempenho de frangos de corte. **Ciência e Agrotecnologia**, v.26, n.6, p.1305-1312, 2002.

ANDRIGUETTO, J. M.; PERLY, L.; MINARDI, I. et al. Os princípios nutritivos e suas finalidades nutricionais. In:_____ **Nutrição Animal**. as bases e os fundamentos da nutrição animal. 4. ed. São Paulo: Nobel, 1985, v.1, cap. 6, p.183 395 p.

BAR, A.; SHINDER, D.; YOSEFI, S. et al. Metabolism and requirements for calcium and phosphorus in the fast-growing chicken as affected by age. **British Journal of Nutrition**, v. 89, p. 51-60, 2003.

BARROS, J. M. S.; GOMES, P. C.; ROSTAGNO, H. S. et al. (2001). Exigência nutricional de sódio para frangos de corte de 1 a 21 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 3, p. 1044 – 1051.

BORGES, S.A.; ARIKI, J.; JERÔNIMO Jr. R.; MARTINS, C.L.; MORAES, V.M.B. Níveis de cloreto de sódio em rações para frangos de corte. **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 50, no. 5, p.619 – 624, 1998.

BORGES, S.A.; ARIKI, J.; SANTIN, E.; SILVA, A.V.F.; MAIORKA, A. Balanço eletrolítico em dieta pré-inicial de frangos de corte durante o verão. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.1, n 3, p.175-179, 1999.

BORGES, S.A.; MAIORKA, A.; SILVA, A.V.F. Fisiologia do estresse calórico e a utilização de eletrólitos em frangos de corte. **Ciência Rural**, Santa Maria – v. 33, no. 5, p. 975 – 981, 2003.

BORGES, S.A.; SILVA, A.V.F.; MAIORKA, A.; HOOGE, D.M.; CUMMINGS, K.R. Physiological responses of broiler chickens to heat stress and dietary electrolyte balance

(sodium plus potassium minus chloride, milliequivalents per kilogram). **Poultry Science**, v. 83, p.1551-1558, 2004.

BRITTON, W. M. NaCl for broiler chick growth. **Poultry Science**, v.70, p.18, 1991. (Abstract).

BRUGALLI, I.; SILVA, D. J.; ALBINO, L. F. T. et al. Exigência de fósforo disponível e efeito da granulometria na biodisponibilidade de fósforo da farinha de carne e osso para pintos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 28, n.6, p.1288-1296, 1999.

BUTOLO, E. A. F.; NOBRE, P. T. C.; LIMA, I. A. Estudo do desempenho de frangos de corte alimentados com diferentes níveis de cloreto de sódio (NaCl). **Conferencia APINCO** 1995, p. 51-52.

CUNNINGHAM, J.G. Digestão e absorção: os processos não fermentativos. In: _____. **Tratado de Fisiologia Veterinária**. 3^a ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan S.A., 2004. Cap. 29, p. 275-276.

DHANDU, A.S.; ANGEL, R. Broiler nonphytin phosphorus requirement in the finisher and withdrawal phases of a commercial four-phase feeding system. **Poultry Science**, v. 82, p. 1257 – 1265, 2003.

DRIVER, J. P.; PESTI, G. M.; BAKALLI, R. I. et al. Calcium requirements of the modern broiler chicken as influenced by dietary protein and age. **Poultry Science**, v. 84, p.1629-1639, 2005.

FANATICO, A.C.; PILLAI, P.B.; HESTER, P.Y.; FALCONE, C.; MENCH, J.A.; OWENS, C.M.; EMMERT, J.L. Performance, livability, and carcass yield of slow- and fast-growing chicken genotypes fed low-nutrient or standard diets and raised indoors or with outdoor access. **Poultry Science**, v. 87, p.1012-1021, 2008.

FANATICO, A.C.; PILLAI, P.B.; CAVITT, L.C.; OWENS, C.M.; EMMERT, J.L. Evaluation of slower-growing broiler genotypes grown with and without outdoor access: growth performance and carcass yield. **Poultry Science**, v. 84, p.1321-1327, 2005.

FURLAN, R.L.; SILVA, A.V.F.; BORGES, S.A.; MACARI, M. Equilíbrio ácido-básico. In: MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. **Fisiologia Aviária**. Aplicada a frangos de corte. 2ª ed. Jaboticabal: FUNEP, 2002. cap. 4, p. 54.

GOMES, P.C., GOMES, M.F.M., ALBINO, L.F.T, et al. Exigências de fósforo disponível para frangos de corte nas fases de crescimento e terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 23, n.4, p.615-622, 1994.

GOMES, P. C.; RUNHO, R. C; D'AGOSTINI, P. et al. Exigência de fósforo disponível para frangos de corte machos e fêmeas de 22 a 42 e 43 a 53 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.1734-1746 (Supl 1), 2004.

GONDIN, C. A. S. **Níveis nutricionais de sódio e de proteína e fontes de energia para pintos de corte na fase pré-inicial**. Viçosa, MG – UFV, 2003. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 132p. 2003.

GONZALES, E., SARTORI, J.R. Crescimento e metabolismo muscular. In: MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. **Fisiologia aviária** aplicada a frangos de corte. 2ª ed. Jaboticabal: FUNEP, 2002. cap. 21 p. 279.

GUEGUEN, L. La disponibilité du calcium des aliments. **Cahiers Nutrition Dietetic**, v.25 p. 233-236, 1990.

GUYTON, A.C. Os compartimentos líquidos corporais: líquidos extracelular e intracelular; líquido intersticial e edema. In:_____ **Tratado de Fisiologia Médica**. 8ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S.A., 1991. cap. 25, p. 243.

HURWITZ, S.; PLAVNIK, I.; SHAPIRO, A. et al. Calcium metabolism and requirements of chickens are affected by growth. **Journal Nutrition**, p. 2679-2686, 1995.

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

JUNQUEIRA, L. C.; CARNEIRO, J. Tecido ósseo. In: _____. **Histologia Básica**. 10^a ed. Rio de Janeiro: Editora Ganabara Koogan S.A., 2004. cap. 8 p. 148 - 149.

KESHAVARZ, K. Cuál es la diferencia entre el fósforo total, fósforo fítico, fósforo no fítico y fósforo disponible? **Indústria Avícola**, abril, 2002, v.49 (4) p.20-24.

LOTT, B.D.; WIDEMAN, R.F.; MAY, R.F. The effect of sodium loading on male broilers. **Poultry Science**, v.71 (suppl.), p. 121, 1992. (Abstract).

MACARI, M.; LUQUETTI, B.C. Fisiologia Cardiovascular. In: MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. **Fisiologia Aviária** aplicada a frangos de corte. 2^a ed. Jaboticabal: FUNEP, 2002. cap. 2, p. 18-19.

MAENZ, D. D. & CLASSEN, H. L. Phytase activity in the small intestinal brush border membrane of the chicken. **Poultry Science**, v.77, p.557-563, 1998.

MAIORKA, A.; MACARI, M. Absorção de minerais. In: MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. **Fisiologia Aviária** aplicada a frangos de corte. 2^a ed. Jaboticabal: FUNEP, 2002. cap. 13, p. 168-170.

MAYNARD, L. A.; LOOSLI, J. K. Os nutrientes e seu metabolismo. In: _____ **Nutrição Animal**: 3ª ed. Rio de Janeiro: Livraria Freitas Bastos S.A., 1974, pte. 2, cap. 7, p.158-160.

McDOWELL, R. L. Calcium and phosphorus. In: _____. **Minerals in animal and human nutrition**. San Diego: Academic Press, 1992, p.31- 32.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Instrução normativa nº 007, de 17 de maio de 1999**, Diário Oficial da República Federativa do Brasil nº 94, Brasília, 1999.

MONGIN, P. Recent advances in dietary cation-anion balance: applications In: Poultry Proceedings Nutritional Society, 1981, Cambridge. **Proceedings...** Cambridge: n.1, 1981. v. 40, p. 285-294.

MUNIZ, E.B.; ARRUDA, A.M.V.; FASSANI, E.J. et al. Redução do nível de cálcio dietético para frangos de corte na fase inicial de crescimento. **Revista Caatinga**, v.20, nº 3, p.58 – 69, 2007.

MURAKAMI, A.E.; OVIEDO-RONDÓN, E.O.; MARTINS, E.N.; PEREIRA, M.S.; SCAPINELLO, C. Sodium and chloride requirements of growing broiler chickens (twenty-one to forty-two days of age) fed corn-soybean diets. **Poultry Science**, v 80: 289-294, 2001.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of poultry**, 9th.ed. Washington, D.C.: National Academy of Science, 1994. 154 p.

ORTIZ, J.; ORTUÑO, R. Evaluación del comportamiento productivo de pollos parrileros alimentados con diferentes niveles de cloruro de sódio. In: ANAIS DO XVI

CONGRESSO LATINOAMERICANO DE AVICULTURA, 1999, Lima. **Anais...**, Lima, 1999, p.107-112.

OVIEDO-RONDÓN, E.O.; MURAKAMI, A.E.; FURLAN, A.C.; MOREIRA, I.; MACARI, M. Sodium and chloride requirements of young broiler chickens fed corn-soybean diets (one to twenty-one days of age). **Poultry Science**, v 80:592–598, 2001.

PIZAURO Jr., J.M. Hormônios e regulação do metabolismo do tecido ósseo. In: MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. **Fisiologia aviária** aplicada a frangos de corte. 2ª ed. Jaboticabal: FUNEP, 2002. cap. 20 p. 268 – 269.

RAO, S.V.R.; PANDA, A.K.; RAJU, M.V.L.N. et al. Requirement of calcium for commercial broilers and white leghorn layers at low dietary phosphorus levels. **Animal Feed Science and Technology**, v. 106, p.199- 208, 2003.

RATH, N.C.; HUFF, G.R.; HUFF, W.E. et al. Factores regulating bone maturity and strength in poultry. **Poultry Science**, v. 79, p.1024-1032, 2000.

ROSTAGNO, H.S; ALBINO, L.F.T., DONZELE, J.L. **Tabelas brasileiras para aves e suínos (composição de alimentos e exigências nutricionais)**, Viçosa, MG: UFV, 2005. 186p.

RUNHO, R. C.; GOMES, P. C.; ROSTAGNO, H. S. et al. Exigência de fósforo disponível para frangos de corte machos e fêmeas de 1 a 21 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n.1. p.187-196, 2001.

SAKOMURA, N. K.; ROSTAGNO, H.S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos**. 1ª ed. Jaboticabal, SP: FUNEP, 2007. 283 p.

SÁ, L. M. **Exigência nutricional de cálcio e sua biodisponibilidade em alguns alimentos para frangos de corte, no período de 1 a 21 dias de idade.** Viçosa, MG – UFV, 2001. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, 2001.

SÁ, L. M.; GOMES, P.C.; ROSTAGNO, H.S. et al. Exigências nutricionais de cálcio para frangos de corte, nas fases de crescimento e terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.2, p.397-406, 2004, a.

SÁ, L.M.; GOMES, P.C.; ROSTAGNO, H.S. et al. Exigência nutricional de cálcio e sua biodisponibilidade em alguns alimentos para frangos de corte, no período de 1 a 21 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.1, p.157-168, 2004, b.

SAS Institute. 2009. SAS User's Guide: Statistics, Version. 9.1 edition. SAS Institute Inc., Cary, NC.

SCHOULTEN, N.A.; TEIXEIRA, A. S.; FREITAS, R. T. F.; BERTECHINI et al. Níveis de cálcio em rações de frangos de corte na fase inicial suplementadas com fitase. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.5, p.1190-1197, 2003.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C.; **Análise de alimentos:** métodos químicos e biológicos. 3 ed., Viçosa: UFV, 2002. 165p.

SILVA, A. V. F.; FLEMMING, J. S.; BORGES, S. B. Fontes de sódio e relação sódio:cloro para frangos de corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.2, n.1, p. 53-58, 2000.

SKINNER, J.T.; ADAMS, M.H.; WATKINS, S.E. et al. Effect of calcium and nonphytate phosphorus levels fed during 42 to 56 days of age on performance and bone strength of male broilers. **Journal Applied Poultry Research**, v.1, p.167-171, 1992,a.

SKINNER, J.T.; IZAT, A.L.; WALDROUP, P.W. et al. Effect of removal of supplemental calcium and phosphorus from broilers finisher diets. **Journal Applied Poultry Research**, v.1, p.43-47, 1992,b.

SMITH, O.B.; KABAIJA, E. Effect of high dietary calcium and wide calcium-phosphorus rations in broiler chickens. **Poultry Science**, v. 64, p.1713-1720, 1984.

TREVIZAN, L. **O fósforo no organismo animal: importância e deficiência**. Santa Maria: UFRGS, 2003. 19 p. (seminário).

UNDERWOOD, E. J.; SUTTLE, N. F. Calcium. In: _____. **The mineral nutrition of livestock**. 3ª ed. Wallingford: Cabi Publishing, 1999. cap. 4, p.67-104.

VARGAS JR., J.G.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S. et al. Níveis nutricionais de calcio e de fósforo disponível para aves de reposição leves e semipesadas de 7 a 12 semanas de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, p. 936-946, 2004.

VIANA, R. M. **Influência de diferentes níveis de cloreto de sódio (NaCl) em rações de frangos de corte**. Manaus– UFAM, 2000. 32p.. Trabalho de graduação– Universidade Federal do Amazonas, 2000.

VIEITES, F.M.; MORAES, G.H.K.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S.; RODRIGUES, A.C.; SILVA, F.A.; ATENCIO, A. Balanço eletrolítico e níveis de proteína bruta sobre parâmetros sangüíneos e ósseos de frangos de corte aos 21 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.1520-1530, 2004.

WALDROUP, P.W.; KERSEY, J.H.; SALEH, E.A.; FRITTS, C.A.; YAN, F.; STILBORN, H.L.; CRUM Jr., R.C.; RABOY, V. Nonphytate phosphorus requirement and phosphorus excretion of broiler chicks fed diets composed of normal or high available phosphate corn with and without microbial phytase. **Poultry Science**, v. 79, p. 1451-1459, 2000.

WALICKA, E.; RYS, R.; KORELESKI, J. et al. Effect of sodium chloride deficiency on basal metabolism in broiler chickens. **British Journal Nutrition**, v. 42, p.547 – 552, 1979.

WILLIAMS, B.; WADDINGTON, D.; SOLOMON, S. et al. Dietary effects on bone quality and turnover, and Ca and P metabolism in chickens. **Research in Veterinary Science**, v. 69, p.81 – 87, 2000.

XANGAI, J. **Frango colonial vai gerar emprego e renda no Alto Acre**. [23 jun 2006]. (<http://www2.uol.com.br/pagina20/27082005/especial.htm>)

YAN, F.; ANGEL, R.; ASHWELL, C. et al. Evaluation of the broiler's to adapt to an early moderate deficiency of phosphorus and calcium. **Poultry Science**, v. 84, p.1232-1241, 2005.

ZOOLLITSCH, W.; ZHIQIANG, C.; PEGURI, A. et al. Nutrient requirements of laying hens. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE AVES E SUÍNOS, 1996, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1996. p.109-159.

CAPÍTULO 5 – IMPLICAÇÕES

A criação de aves alternativas, linhagens de crescimento lento, tem crescido no Brasil. No entanto, na formulação de rações para essas aves, tomam-se por base as exigências de linhagens de crescimento rápido, devido à falta de tabela específica para a linhagem em questão.

Os resultados encontrados neste trabalho foram similares aos relatados na literatura para linhagens de rápido crescimento, porém em alguns casos apresentaram grandes divergências, comprovando a necessidade de estabelecer suas exigências nutricionais.

As informações geradas nesta pesquisa poderão auxiliar na definição de um programa nutricional adequado e no trabalho de técnicos e nutricionistas para a formulação de rações específicas. Poderão ainda, contribuir para elaboração de uma tabela de exigência para aves de crescimento lento.