

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO JOÃO DEL REI
CAMPUS TANCREDO DE ALMEIDA NEVES
CURSO DE BACHARELADO EM ZOOTECNIA

**DIGESTIBILIDADE DO FLÚOR EM FONTES MINERAIS UTILIZADAS
PARA FRANGOS TIPO CAIPIRA**

JOSÉ PIMENTEL BISNETO

SÃO JOÃO DEL REI – MG

DEZEMBRO DE 2016

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO JOÃO DEL REI
CAMPUS TANCREDO DE ALMEIDA NEVES
CURSO DE BACHARELADO EM ZOOTECNIA

**DIGESTIBILIDADE DO FLÚOR EM FONTES MINERAIS UTILIZADAS
PARA FRANGOS TIPO CAIPIRA**

JOSÉ PIMENTEL BISNETO
Graduando em Zootecnia

SÃO JOÃO DEL REI – MG

DEZEMBRO DE 2016

JOSÉ PIMENTEL BISNETO

**DIGESTIBILIDADE DO FLÚOR EM FONTES MINERAIS UTILIZADAS
PARA FRANGOS TIPO CAPIRA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Bacharelado em Zootecnia, da Universidade Federal de São João Del Rei-*Campus* Tancredo de Almeida Neves, como parte das exigências para a obtenção do diploma de Bacharel em Zootecnia.

Comitê de Orientação:

Orientador: PROF. DR. ALEXANDRE DE OLIVEIRA TEIXEIRA (*UFSJ/CTAN*)

Co-orientador: PROF. DR. LEONARDO MARMO MOREIRA (*UFSJ/CTAN*)

SÃO JOÃO DEL REI – MG

DEZEMBRO DE 2016

JOSÉ PIMENTEL BISNETO

**DIGESTIBILIDADE DO FLÚOR EM FONTES MINERAIS UTILIZADAS
PARA FRANGOS TIPO CAPIRA**

Defesa Aprovada pela Comissão Examinadora em: 02/12/2016

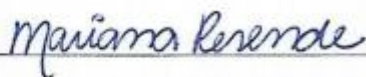
Comissão Examinadora:



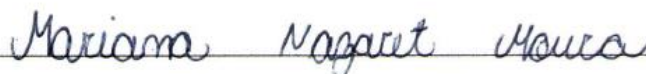
Prof. Dr. Alexandre de Oliveira Teixeira (Orientador)
Universidade Federal de São João Del Rei
Curso de Bacharelado em Zootecnia/ *Campus* Tancredo de Almeida Neves



Prof. Dr. Leonardo Marmo Moreira
Universidade Federal de São João Del Rei
Curso de Bacharelado em Zootecnia/ *Campus* Tancredo de Almeida Neves



Profa. Mariana Resende
Universidade Federal de São João Del Rei
Curso de Bacharelado em Zootecnia/ *Campus* Tancredo de Almeida Neves



Mariana Nazaret Moura
Zootecnista - Universidade Federal de São João Del Rei

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter me concedido a graça de poder estudar e por todas as bênçãos que me concedeu ao longo desta jornada.

Ao meu pai, José Pimentel Neto, por estar sempre ao meu lado me ajudando, cativando, incentivando e servindo de base para todas as minhas decisões e minha mãe, Zoraia Monteiro do Nascimento Pimentel, que fez com suas ações, me tornar a pessoa que sou hoje.

Agradeço a minha irmã, Maria Helena, por toda paciência, confiança e por todos os conselhos que são dirigidos a mim.

Agradeço a minha namorada, Maria Eugênia Mendes, pelo companheirismo, ajudas e incentivo.

Aos meus professores, Alexandre de Oliveira Teixeira, orientador e amigo por toda dedicação, paciência e sabedoria que me dedicou nos anos de estudo, período de experimento e durante a minha orientação. E Leonardo Marmo Moreira, coorientador, pela sua dedicação, atenção e disposição para me ajudar neste trabalho.

Agradeço a Mariana Moura, por toda a amizade, conselho, ajudas e pelo companheirismo no experimento.

Agradeço a Viviane e sua família pelo empréstimo dos animais e ajuda no experimento.

A Universidade Federal de São João Del Rei, em especial ao Departamento de Zootecnia pela oportunidade de ter realizado o curso e o experimento.

Agradeço aos técnicos Caio e Elson pela amizade e apoio durante o experimento.

Agradeço a minha família e amigos, pelos vários momentos de alegria compartilhados durante esta etapa da minha vida.

E também agradeço todos a aqueles que direta ou indiretamente fizeram parte destes momentos e contribuíram para este trabalho.

Resumo

Objetivou-se, neste estudo, avaliar a digestibilidade do flúor em fontes minerais utilizadas em dietas para frangos tipo caipira bem como a validação de metodologias para avaliação da digestibilidade do flúor. Foram utilizados 120 frangos tipo caipira, da linhagem Pesadão, com peso médio inicial de 646 ± 74 g, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, em arranjo fatorial (2 X 2), dois fosfatos (Bicálcico e Monobicálcico) duas formas físicas (pó e microgranulado), cinco repetições e quatro frangos por unidade experimental (dois machos e duas fêmeas). Os tratamentos foram: Dieta referência (Ref.); CALC = Ref. + Calcário (controle positivo); FP18= Ref.+ Fosfato pó 18%; FM18= Ref. + Fosfato microgranulado 18%; FP20= Ref. + Fosfato pó 20 %; FM20= Ref. + Fosfato microgranulado 20%. Foram utilizadas duas metodologias para avaliação simultânea da digestibilidade do flúor (coleta total e o método do indicador fecal - Cinza Ácida Insolúvel – CAI). O experimento de digestibilidade teve duração de dez dias, sendo cinco dias destinados à adaptação dos animais e cinco de coleta. As rações experimentais e a água foram fornecidas aos animais *ad libitum*. A coleta das excretas, no coletor de cada gaiola, foi realizada diariamente. Os fosfatos bicálcicos em relação ao monobicálcico possuem maior digestibilidade do flúor pelo método da coleta total. Os fosfatos microgranulados em relação ao pó possuem maior digestibilidade do flúor pelo método do indicador - cinza ácida insolúvel (CAI). Os coeficientes de digestibilidade fecal aparente do flúor pelos métodos de coleta total e do indicador - cinza ácida insolúvel (CAI) nas dietas em porcentagem foram: Calcário: 92,57; FP18: 75,06; FM18: 80,18; FP20: 76,58 e FM20: 77,35. Os valores da digestibilidade fecal aparente das diferentes fontes de minerais não variam em função da metodologia empregada no estudo.

Palavras-chave: calcário, cinza ácida, fosfato, metabolismo

Abstract

The objective of this study was to evaluate the fluorine digestibility in mineral sources used in diets to Broiler chicken as well the validation of methodologies to evaluation of the fluorine digestibility. It was utilized 120 broiler chickens, from the hulking line, with initial average weight of $646 \pm 74\text{g}$, distributed in factorial design (2 x 2), two phosphates (bicalcium and monocalcium), two physical forms (powder and microgranular), five replicates and four chicken for experimental unit (two males and two females). The treatments were subsequently: Reference diet (Ref.); positive control = Ref. + Limestone; PP18= Ref. + powder phosphate 18%; MP18= microgranular phosphate 18%; PP20= Ref. + powder phosphate 20%; MP20= Ref. + microgranular phosphate 20%. It was used two methodologies to simultaneous evaluation of the fluorine digestibility (total collection and fecal indicator method - Acid Insoluble Ash (AIA)). The digestibility experiment had duration of ten (10) days, being five days employed to the adaptation of the animals and five days to collection. The experimental rations and the water were furnished to the individuals *ad libitum*. The collection of excreta, in the collector of each cage, was realized daily. The dicalcium phosphates present higher digestibility of fluorine by the method of total collection in relation to the monocalcium phosphate. The microgranulate phosphates demonstrated higher fluorine digestibility by the indicator method (Acid Insoluble Ash (AIA)) in relation to the powder phosphates. The coefficients of apparent fecal digestibility of fluorine by total collection and indicator (AIA) methods in the diets (in percentage (%)) were: limestone: 92.57; PP18: 75.06; MP18: 80.18; PP20:76.58; and MP20:77.35. The values of apparent fecal digestibility of the different mineral sources did not vary as function of the methodology employed in this study.

Keywords: limestone; acid ash; phosphate; metabolism.

SUMÁRIO

1- INTRODUÇÃO	9
2- REVISÃO DE LITERATURA	10
2.1 - Produção e nutrição de frangos tipo caipira	10
2.2 - Flúor como mineral.....	12
2.3 - Metabolismo do flúor.....	13
2.4 - Efeito do flúor sobre os animais.....	15
2.5 - Avaliação de fontes minerais.....	18
3- MATERIAL E MÉTODOS	21
4- RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
5- CONCLUSÕES	32
6- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	32

1- Introdução

Nos últimos anos, a avicultura vem evoluindo muito, devido à grande eficiência produtiva em curto espaço de tempo e com baixo custo, o que vem despertando o interesse de produtores e motivando a competição entre as empresas avícolas, buscando aumentar a qualidade e a oferta desses produtos (Barbosa, 2016). Segundo dados da Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA), no ano de 2015, o Brasil foi considerado o segundo maior produtor de carne de frango no mundo, produzindo um total de 13.146 mil toneladas de carne de frango, ficando atrás apenas dos EUA (ABPA, 2016).

A nutrição é de fundamental importância para a sobrevivência, manutenção e desenvolvimento das aves. O processo nutricional tem que ser feito de forma adequada e balanceada, para evitar gastos excessivos e poluição do meio ambiente. Vale registrar que o custo da alimentação corresponde a 65% dos custos das granjas de aves (Vilaça, 2010). Em contrapartida, se os animais estiverem recebendo dietas com quantidade insuficiente de algum mineral também ocorre prejuízo devido à carência de um ou mais elementos, o que irá prejudicar a produção. Neste caso, é necessário corrigir esta dieta, para que os animais alcancem seu maior nível produtivo, além de manterem-se saudáveis (Peixoto, 2005).

A dieta para as aves tipo caipira é baseada em ingredientes vegetais, como milho e soja. Tais animais também podem ser alimentados com pastagens, em piquetes e hortaliças. Entretanto, a maioria dos minerais presentes nos alimentos de origem vegetal estão ligados à estrutura do ácido fítico ($C_6H_{18}O_{24}P_6$), ficando estes minerais pouco disponível para os animais. Os fosfatos bicálcico ($CaHPO_4$), monobicálcico ($CaH_4P_2O_8$) e o calcário são as formas mais comuns de suplementação de cálcio e fósforo das dietas para a produção comercial (Santos, 2008).

O flúor em pequenas quantidades é benéfico, sendo ele considerado essencial para algumas espécies. No entanto, os estudos não dão enfoque aos efeitos de sua deficiência, e sim a sua toxicidade ao ingerir alimentos com altos teores deste mineral, sendo ele considerado um elemento que possui níveis de toxicidade muito próximos dos níveis normais, podendo gerar uma intoxicação, também chamada de fluorose. Devido a estes níveis, o flúor é considerado um elemento inseguro (Araújo, 2009).

Em função do comportamento alimentar das aves, é de grande importância que se leve em consideração a granulometria (tamanho da partícula dos alimentos). Uma vez que ela influencia na digestibilidade dos alimentos, na seleção do mesmo no cocho e no desperdício.

Assim, objetivou-se neste estudo avaliar a digestibilidade do flúor em fontes minerais utilizadas em dietas para frangos tipo caipira bem como promover a validação de metodologias para avaliação da digestibilidade do flúor.

2 - Revisão de literatura

2.1 - Produção e nutrição de frangos tipo caipira

A utilização da designação frango tipo caipira foi normatizada pelo MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento) (Souza et al., 2015). Esta normatização do MAPA foi feita por meio da DIPOA (Divisão de Inspeção de Produtos de Origem Animal), Ofício Circular DOI/DIPOA número 007/99 de 19 de maio de 1999. Esta norma estabelece que a produção do frango caipira ocorre através das seguintes fases e condições: a) alimentação constituída por ingredientes, inclusive proteínas, exclusivamente de origem vegetal, sendo totalmente proibido o uso de promotores de crescimento de qualquer tipo ou natureza; b) sistema de criação (manejo) até 25 dias em galpões; após essa idade, devem ser soltos, a campo, sendo doravante sua

criação extensiva, usando, no mínimo, três metros quadrados de pasto por ave; c) idade de abate de, no mínimo, 85 dias e; d) linhagem exclusivamente formado por raças próprias para esse fim, sendo vetadas, portanto, aquelas linhagens comerciais específicas para frango de corte (Brasil, 1999).

Em conformidade com os órgãos competentes, para que os animais possam ser caracterizados como caipira, os mesmos devem possuir, além da genética, alimentação, sistema de criação e período de criação diferenciados dos frangos de corte industrial. Neste sistema semi-intensivo, os animais têm acesso à pastagem, o que faz com que acabem consumindo outros alimentos, tais como verduras, insetos e minhocas (Savino et al., 2007).

Crabone et al. (2005) realizaram uma pesquisa de preferências de mercado e constaram que os consumidores possuem preferência pelo frango caipira, o que está relacionado a vários fatores relevantes para a decisão de compra. Verificando os resultados, o fator manejo na criação foi o mais relevante, correspondendo a 19,72%, seguido pela certificação, rastreabilidade e marca com 14,48%. Outros fatores identificados foram rotulagem, fiscalização para controle, paladar e a forma de abate com 10,55%; 9,72%; 9,05% e 6,25%, respectivamente.

A ração destes animais pode ser produzida na propriedade ou adquirida pronta, mas sempre levando em consideração que a alimentação deve ser devidamente balanceada, com o intuito de serem alcançados bons resultados produtivos. Considerando também as fases da vida do animal, raça, finalidade produtiva e o sexo (Cruz, 2015).

Trevizan (2003) observou que as forrageiras tropicais e os grãos geralmente são deficientes em vários minerais, sendo que a deficiência de fósforo, talvez, seja a mais comum e a que provoque mais perdas econômicas aos produtores de aves. Além disso, a

presença do fósforo na forma fítica, torna o fósforo pouco disponível para os animais, necessitando de certa quantidade de fitase, no trato gastrointestinal (TGI), para a liberação do fósforo do ácido fítico ($C_6H_{18}O_{24}P_6$).

Normalmente, a deficiência de fósforo é corrigida utilizando-se fontes convencionais desse elemento, como é o caso do fosfato bicálcico. Ademais, temos como opções o fosfato de rocha, o superfosfato triplo e o fosfato monocálcico, os quais devem ser mais estudados no sentido de se verificar a possibilidade de utilização em substituição ao fosfato bicálcico. Entretanto, algumas dessas fontes podem apresentar menor disponibilidade efetiva do fósforo para o animal, além de um teor relativamente elevado de flúor, o que poderia provocar intoxicações no animal. A utilização do fosfato monocálcico no Brasil é recente, e, portanto, são poucos os trabalhos que usam esta fonte. De fato, trata-se de um produto que apresenta grande quantidade de fósforo, cuja principal característica é a alta solubilidade em água (Teixeira et al., 2005a).

2.2 – Flúor como mineral

O flúor é um elemento gasoso, não metálico e altamente reativo, pertencendo ao grupo químico (“família química”) dos halogênios. Este elemento é considerado o mais eletronegativo da natureza, podendo reagir, em temperatura ambiente, com a maioria das substâncias oxidáveis, formando os chamados “fluoretos”. Sua massa atômica é de aproximadamente 18,99 gramas por mol. O flúor, enquanto substância simples, é encontrado na fórmula química F_2 , a qual apresenta coloração amarelo-pálido (Diniz, 2006).

O flúor possui grande relação com a apatita, que é um composto químico que contém fosfato em sua constituição, pois íons fluoreto (F^-) e a hidroxila (OH^-) possuem raios iônicos muito parecidos, o que facilita a substituição por flúor na posição do grupo

OH na estrutura de diversos minerais, os quais possuem grande variação, tais como hidroxiapatita ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$) e fluorapatita ($\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$), assim nomeados por causa de altas concentrações de íons hidróxido ou hidroxila (OH^-) e fluoreto (F^-) (Oliveira, 1995).

A hidroxiapatita, $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$, é o constituinte mineral do osso natural, representando de 30 a 70% da massa dos ossos e dentes. A hidroxiapatita é formada por fosfato de cálcio cristalino ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$) representando um depósito de 99% do cálcio corporal e 80% do fósforo total (Teixeira et al., 2016).

O flúor constitui um mineral importante, pois, no organismo, apresenta grande afinidade por tecidos duros mineralizados, os quais propicia a substituição do composto hidroxiapatita por fluorapatita (Barbosa et al., 1993).

Essa grande fixação de flúor nos ossos ocorre, pois, o ânion fluoreto (F^-) trata-se de uma base de Lewis, considerada uma base “dura” pelo conceito de Pearson, tendo, portanto, alta afinidade química por ácidos considerados “duros” por Pearson, que é o caso do cátion Ca^{2+} , o qual é encontrado na hidroxiapatita dos ossos. Vale lembrar que a hidroxiapatita é formada por fosfato de cálcio cristalino ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$), representando um depósito de 99% do cálcio corporal e 80% do fósforo total de nosso organismo (Teixeira et al., 2016).

A fluorita (CaF_2) é o composto mais comumente formado em reações químicas no organismo dos animais, o qual é o produto da reação ocorrida entre o flúor e o cálcio. Isso ocorre, pois, o cálcio e o flúor têm grande afinidade química (Couto, 1987).

2.3 - Metabolismo do flúor

O flúor desempenha funções metabólicas em algumas áreas do organismo, tais como atividades osteoblásticas e enzimáticas, indução dos efeitos hormonais, e efeitos

de estruturação física dos ossos. Todas estas funções estão relacionadas ao nível de flúor, de acordo com sua absorção e liberação óssea. Também estão relacionadas com a disponibilidade de cálcio, vitamina D e flúor na apatita (Couto, 1987). Geralmente, o flúor não é muito solúvel em água, sendo possível a sua dissolução sob condições físico-químicas favoráveis (Saxena & Ahmed, 2001).

O flúor, além de apresentar funções de estruturação óssea dos animais, pode melhorar a conversão alimentar, pois em dietas com certas relações flúor:fósforo, ocorre a redução do consumo das rações sem que haja perdas nos níveis de produção. A deposição de flúor nos ossos proporciona a sua concentração nas rações. No entanto, se os níveis de flúor forem aumentados, não ocorra influência na deposição desse elemento nos músculos, portanto, não gerando riscos à saúde humana (Casartelli, 2008).

O elemento flúor é absorvido, principalmente, por processo passivo, dependendo de sua concentração ingerida. A ocorrência desta absorção é no TGI, sendo pouco absorvido pelo estômago e significativamente absorvido no intestino delgado. Sais de cálcio, níveis de gordura na dieta e cloreto de sódio (NaCl) podem afetar a absorção do flúor, sendo que o fluoreto de sódio (NaF) apresenta as maiores taxas de absorção, enquanto os fluoretos de cálcio e magnésio apresentam menores taxas (Jost, 1995).

Após a absorção do flúor, este é transferido para o sangue, onde grande parte reage com o cálcio, gerando fluoreto de cálcio (CaF₂), forma química em que o flúor é distribuído por todo o corpo e penetra na matriz óssea (Rangrab, 1995).

A presença de sulfato de alumínio (Al₂(SO₄)₃) na dieta reduz a deposição de flúor nos ossos. Tem sido observado em estudo que dieta contendo 0,5% de sulfato de alumínio, reduz a deposição de flúor nos ossos de 30 a 40%. Nesse caso, pode ser considerado que o sulfato de alumínio tem grande atuação na prevenção de intoxicação por flúor, por se ligarem quimicamente, indisponibilizando o flúor para os animais

(Hobbs & Merriman, 1959). Couto (1987) observou que há uma relação inversa entre os teores de flúor e fósforo depositados nos ossos, para vários tipos de fosfatos utilizados na dieta.

O flúor é encontrado em quase todos os órgãos e tecidos, tais como tireoide, fígado, rins, pâncreas, músculos estriados e coração, embora sua maior parte seja retida nos ossos. Tem sido observado em estudos que tendões, aorta e placenta apresentam maior nível de flúor dentre estes tecidos moles e fluidos, nos quais o flúor estaria possivelmente associado ao cálcio e magnésio (Rangreb, 1995).

Esta grande concentração de flúor circulante pode inibir a ação das fosfatases, transfosforilases e o ciclo de Krebs ao nível dos ácidos tricarbóxicos, o que faz com que ocorra uma inibição da respiração celular (Andrighetto, 1988).

Nos animais não ruminantes, o conteúdo de flúor no sangue é regulado por mecanismos que envolvem os ossos e os rins. Isso ocorre pelo fato do osso reter e liberar o flúor, e pela excreção ser realizada pelo sistema urinário e pelo suor. Mas, quando a ingestão é em grande escala, parte do flúor não é absorvida, sendo excretada pelas fezes (Jost, 1995).

2.4 - Efeito do flúor sobre os animais

Os principais efeitos do flúor ocorrem nos ossos e dentes, devido ao alto grau de afinidade que tanto ossos como dentes possuem com o respectivo elemento. Vale registrar que 90% de todo o flúor que é retido no organismo, encontra-se nos ossos (Michel et al., 1984).

Há grandes controvérsias referentes à relação entre quantidade de flúor na dieta e ganho de peso dos animais, tendo estudos que mostram não haver influência do flúor, e outros que mostram que a presença de certas quantidades de flúor na dieta pode

diminuir o consumo de ração ou piorar a conversão alimentar (Lima, 1995; Veloso, 1997).

Raffi et al. (1997) demonstraram que animais que sofreram exposição ao flúor podem apresentar as seguintes alterações ósseas: osteoporose (enfraquecimento dos ossos por perda de cálcio); osteoesclerose (alteração dos ossos esponjosos, gerando um aumento na densidade óssea e diminuição do espaço medular); hiperostose (excessivo crescimento do tecido ósseo); osteofitose (ocorrência de uma formação óssea, em forma de gancho, que se desenvolve em torno dos discos da coluna vertebral) e osteomalácia (enfraquecimento e desmineralização dos ossos). De fato, pode haver uma ou mais destas alterações, as quais podem ocorrer por exposição longa a baixos níveis de flúor ou por exposições a altos níveis de flúor.

Foi observado, em um estudo histológico feito no osso cortical, que ocorre um aumento no número de osteoblastos e uma diminuição dos canais de Havers quando os animais são alimentados com flúor em doses de 200 a 400 ppm (Raffi et al., 1997).

Mesmo que o flúor seja essencial nas dietas, somente os efeitos tóxicos são considerados importantes na nutrição animal. Realmente, o seu nível de exigência, nas rações, é extremamente baixo e muito próximo ao nível tóxico, cerca de 1 a 2 ppm (Rostagno, 2000).

Vários estudos têm sido desenvolvidos considerando a toxicidade do flúor, o que se dá pela ingestão de certas doses desse elemento, sendo a ingestão pelo animal obtida de variadas fontes, em certo período de tempo (Junqueira, 2004).

A quantidade exata em que o flúor se torna tóxico é muito difícil de ser definida devido ao fato de que o mesmo encontra-se diretamente relacionado com quantidade ingerida, tempo de consumo, idade, espécie, nível nutricional, solubilidades e níveis de cálcio, magnésio e alumínio no organismo.

O flúor, em quantidades muito pequenas, pode aumentar a força estrutural de ossos e dentes. Todavia, ele não é considerado um nutriente essencial nas dietas (NRC, 2005). O flúor é considerado um elemento tóxico para animais domésticos, pelo fato de se acumular nos ossos, o que caracteriza a chamada fluorose, que, em situações de consumo prolongado, pode provocar fraturas. De fato, tais fenômenos de fluorose são bastante típicos de intoxicações crônicas por flúor, uma vez que os casos de intoxicações agudas por flúor são bem mais raros, estando associados a grandes ingestões de alguns compostos, tais como ácido fluorídrico (HF), tetrafluoreto de silício (SiF₄) e fluoreto de sódio (NaF). Realmente, casos agudos graves de intoxicação com flúor, normalmente associados a ingestões de fluorsilicato de sódio, podem gerar um conjunto de graves sintomas, tais como tremores musculares, hipersalivação, estresse, espasmos tetânicos, dispnéia, gemidos, e, em alguns casos, até mesmo morte rápida.

De fato, além dos sintomas ósseos, estudos histopatológicos têm demonstrado a presença de edemas e ulcerações nos tecidos ruminal e abomasal (Lidoli, 2007).

Segundo a NRC (2005), o nível máximo tolerável nas rações dos animais domésticos seriam as seguintes: 1) Bovinos; Bezerros 40 ppm, Vaca de Leite 40 ppm, Vaca de Corte 50 ppm, Animais em terminação 100 ppm. 2) Ovinos, em reprodução 60 ppm, em terminação 150 ppm. 3) Suínos 150 ppm. 4) Aves 200 ppm. 5) Coelhoos 40 ppm. 6) Equinos 40 ppm.

Pintos são considerados altamente tolerantes ao flúor, devido à baixa capacidade de absorção intestinal e à alta capacidade de eliminação por vias renais, dos pintos, quando comparadas com outras espécies (Lima, 1995).

Em gado leiteiro, a toxicidade por flúor ocorre com níveis acima de 5500 µg/g de flúor em ossos compactos e 7000 µg/g em ossos esponjosos (Rangrab, 1995).

Teixeira et al. (2015) concluíram que o alto teor de flúor na dieta aumenta a deposição de flúor nos ossos, influenciando negativamente os parâmetros histológicos ósseos e odontológicos de bovinos de corte.

2.5 – Avaliação de fontes minerais

Os principais meios de ingestão são veiculados pela água que contenha grande quantidade de flúor, suplementos que não foram devidamente desfluorizados e em pastagens contaminadas por resíduos de empresas que contenham flúor (Diniz, 2006).

Fontes estudadas por Lima (1995) foram fluoreto de sódio (NaF) com 45,24% de flúor, fluoreto de cálcio (CaF₂) com 48,72%, fosfato monoamônico (NH₄H₂PO₄) com 0,17%, fosfato supertríplo (P₂O₅) com 0,70%, fosfato monobicálcico granulado com 0,08%, fosfato monobicálcico comercial com 0,08% e fosfato monocálcico com 0,02%.

Também são usados como fonte de flúor, farinha de carne e ossos, creolina (Na₃AlF₆), ácido fluorídrico (HF) e tetrafluoreto de silício (SiF₄).

O flúor, proveniente do fluoreto de sódio, é considerado aparentemente benéfico para os animais, embora os efeitos da suplementação mereçam mais estudos, devido à dificuldade de estabelecer a dosagem ideal a ser fornecida aos animais (Mello, 2005).

O fosfato bicálcico é considerado uma fonte padrão utilizada nas rações. Entretanto, têm sido procuradas fontes alternativas pelos nutricionistas, pois a legislação sobre o uso desses produtos na ração animal estabelece limites para a relação de fósforo e flúor, sem levar em consideração suas biodisponibilidades (Teixeira et al., 2005b).

A granulometria dos fosfatos possui uma grande variação, desde muito fina até a mais grossa, de acordo com o tamanho dos furos da peneira utilizada no moinho. Realmente, a granulometria é de grande relevância na nutrição das aves, devido ao

comportamento alimentar dos animais e à anatomia do TGI desses animais (Brugalli et al., 1999).

Com o intuito de minimizar os custos da dieta, é de grande importância que se utilize a granulometria correta para as aves, evitando, assim, o desperdício associado ao comportamento alimentar e à redução no consumo de energia no processo de moagem. É considerado que quanto menor o tamanho da partícula, mais favorável e digestível se torna o alimento, devido ao fato deste possuir maior superfície de contato com TGI (Brum et al., 1998). O tamanho ideal das partículas varia de acordo com a espécie animal e estado fisiológico. As aves se beneficiam mais com dietas de maior granulometria, pois as partículas grandes presentes no intestino delgado aumentam o peristaltismo e melhoram a utilização dos alimentos (NIR et al., 1995).

Um alimento fino ou grosseiramente moído pode trazer grandes prejuízos, podendo ser responsável por aumentar a mortalidade no meio de produção. Branton et al. (1987) observaram que a granulometria dos alimentos pode aumentar a mortalidade, a partir de comparações de alimentos finamente moídos, associados com enterite necrótica, os quais superam a mortalidade em relação a alimentos grosseiramente moídos.

Portella et al. (1998) observaram que aves de todas as idades possuem preferência por partículas maiores que 1,18 e menores que 2,36 milímetros. Tais observações foram feitas apesar do consumo das partículas menores ter ocorrido após o término do consumo das partículas maiores, o que demonstra que as aves selecionam alimentos de acordo com o tamanho. Esta seletividade aumenta com o aumento da idade dos animais. É possível inferir, por conseguinte, uma relação do tamanho da partícula com o tamanho do bico (Moura, 2015).

Os fosfatos de rocha, destinados à suplementação animal, não devem ser aplicados diretamente na dieta animal por conterem grande quantidade de flúor. Tais fosfatos de rocha eram usados nos tempos em que o perigo sobre os níveis de flúor não eram conhecidos. Com o intuito de padronizar estes níveis em fosfatos “desfluorados”, no fim da década de 40, estabeleceram uma relação P:F de 40:1, a qual ainda não era segura, sendo, então, modificada para 100:1 (Couto, 1987).

Devido à intoxicação por flúor, que gerou esta padronização, os fosfatos devem passar por processos de purificação, nos quais se retira elementos que são considerados tóxicos. Fosfatos de rocha só podem ser utilizados sem passar por estes processos quando destinados à adubação fosfatada, pois, se forem fornecidos aos animais, pode gerar intoxicação. Esta situação ocorre no caso do flúor, elemento que possui seu nível de toxicidade, para os animais, muito próximo aos níveis encontrados nos fosfatos (Teixeira, 2005a).

Nesta purificação dos fosfatos, o ácido fosfórico (H_3PO_4) tem que ser submetido a altas temperaturas, para que o flúor evaporado reaja com silicatos produzindo flúor-silicato.

Há uma grande diversidade de fatores, associados à dieta, que influenciam na digestibilidade, como, por exemplo, agentes infecciosos, que podem afetar o equilíbrio dos componentes do TGI (Kleyn, 2013).

A digestibilidade aparente é dada pelo coeficiente dos dados obtidos por dois tipos de coleta (coleta total e indicador fecal) (Moura 2015). Para coletar estes dados, utiliza-se compostos indigestíveis como a cinza ácida insolúvel (CAI), a qual ocorre em quantidade muito baixa nos alimentos vegetais, facilitando a utilização do mesmo como indicador. Carvalho et al. (2013) verificaram que a recuperação de CAI nas fezes foi de 100%, podendo ser utilizado como indicador fecal.

Avaliando três fontes de CAI (celite[®], caulim e areia) como indicador, foi concluído que celite[®] e caulim podem ser utilizados como indicador na determinação da energia metabolizável (Sales & Janssens, 2003).

3 - Materiais e métodos

O experimento foi realizado no Departamento de Zootecnia (DEZOO) da Universidade Federal de São João Del Rei – UFSJ, *campus* CTAN – São João del-rei MG, no período de Junho a Julho de 2014.

Foram utilizados 120 frangos tipo caipira, da linhagem Pesadão, com peso médio inicial de aproximadamente 646 ± 74 g, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, em arranjo fatorial (2 X 2), sendo dois fosfatos (Bicálcico e Monobicálcico), duas formas físicas das fontes (pó e microgranulado), uma dieta referência e uma dieta contendo calcário (controle positivo), totalizando seis tratamentos experimentais. Para cada tratamento, foram utilizadas cinco repetições e quatro frangos por unidade experimental (dois machos e duas fêmeas). Os tratamentos foram: Dieta referência (Ref.); CALCÁRIO = Ref. + Calcário (controle positivo); FP18= Ref.+ Fosfato pó 18%; FM18= Ref. + Fosfato microgranulado 18%; FP20= Ref. + Fosfato pó 20 %; FM20= Ref. + Fosfato microgranulado 20%. Foram utilizadas duas metodologias para avaliação simultânea da digestibilidade do flúor (coleta total e o método do indicador fecal - Cinza Ácida Insolúvel – CAI). As fontes de flúor que constituíram os tratamentos experimentais foram adquiridas em estabelecimentos comerciais. A cada ração experimental foi adicionado 1% de celite[®] como indicador.

As análises físicas de granulometria foram realizadas no Laboratório de Análises de Alimentos do Departamento de Zootecnia da UFSJ (Tabela 1), segundo as metodologias descritas por Butolo (2002).

As determinações dos teores de fósforo nos tratamentos foram feitas pela técnica da colorimetria, enquanto que o cálcio foi determinado por absorção atômica e o flúor quantificado por potenciometria, sendo estas análises realizadas no laboratório Rodes Química Cajati Ltda., em Cajati – São Paulo (Tabela 2), segundo metodologias descritas pelo Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal (CBAA, 2009).

Tabela 1 - Distribuição do tamanho de partículas e DGM das fontes de flúor

Malha	Unidade	Fontes de flúor				
		Calcário	FP18	FM18	FP20	FM20
ABNT # 05 4,00 mm	% Retido	0	0	0	0	0
ABNT # 10 2,00 mm	% Retido	0	0	0	0	0
ABNT # 16 1,20 mm	% Retido	0	6,1	54,3	0	49,1
ABNT # 30 0,60 mm	% Retido	0	12,1	23,9	3,9	28,3
ABNT # 50 0,30 mm	% Retido	0,9	12,1	10,9	38,2	15,1
ABNT # 100 0,15 mm	% Retido	44,8	24,2	6,5	25,0	1,9
ABNT # fundo 0 mm	% Retido	54,3	45,5	4,3	32,9	5,7
DGM	µm	143,8	221,83	939,85	228,17	912,99

Calcário; FP18= Ref.+ Fosfato pó 18%; FM18= Ref. + Fosfato microgranulado 18%; FP20= Ref. + Fosfato pó 20 %; FM20= Ref. + Fosfato microgranulado 20%.

DGM: diâmetro médio geral

Os animais foram criados do primeiro dia de vida até a idade adequada para serem transferidos para as gaiolas metabólicas em galpão de alvenaria, segundo as recomendações preconizadas pelos manuais das linhagens e recebendo dietas comerciais formuladas de acordo com a idade das aves (Rostagno et al., 2011). Aos 28 dias de idade, as aves foram alojadas e mantidas por dez dias em gaiolas metálicas, sendo cinco dias de adaptação às gaiolas e de adaptação às dietas, seguidos de cinco dias de coleta de excretas.

O registro diário da temperatura ambiental foi realizado utilizando-se termômetro de máxima e mínima e a umidade relativa, por meio dos termômetros de bulbo seco e bulbo úmido, os quais foram instalados na sala de metabolismo.

Tabela 2. Composição e relação entre minerais dos tratamentos experimentais

Tratamento	Fontes de Fósforo	Granulometria	Solubilidade em Ác. Cítrico (C ₆ H ₈ O ₇)	Solubilidade em água	Composição química		
					P (%)	Ca (%)	F mg/kg
Ref.	Orgânica	-	-	-	0,32	0,15	15,7
Calcário	-	-	-	-	0,64	36,9	145
FP18	Fosfato bicálcico	Pó	96	13	18,2	21,7	1118
FM18	Fosfato Bicálcico	Granulado	96	13	18,2	21,7	1106
FP20	Fosfato Monobicálcico	Pó	90	44	20,3	18,9	3239
FM20	Fosfato Monobicálcico	Granulado	90	44	20,3	18,9	3247

Referência (Ref); Calcário; FP18= Ref.+ Fosfato pó 18%; FM18= Ref. + Fosfato microgranulado 18%; FP20= Ref. + Fosfato pó 20 %; FM20= Ref. + Fosfato microgranulado 20%.

Utilizou-se uma ração basal à base de milho e farelo de soja, suplementada com aminoácidos sintéticos (Tabela 3) contendo o mínimo de flúor, atendendo, assim, às exigências dos animais. Os níveis nutricionais seguiram as recomendações, de acordo com a idade das aves, segundo recomendações de Rostagno et al. (2011).

Tabela 3 - Composição centesimal (%) da dieta referência e das rações

Ingredientes (kg)	Fontes de Flúor			
	REFERÊNCIA	CALCÁRIO	FOSF. 18%	FOSF. 20%
Milho grão	64,3	64,3	64,3	64,3
Soja Farelo 45%	32,0	32,0	32,0	32,0
Sal comum	0,33	0,33	0,33	0,33
DL-Metionina	0,145	0,145	0,145	0,145
L-Lisina HCL	0,055	0,055	0,055	0,055
Cinza insolúvel	1,00	1,00	1,00	1,00
Cloreto de Colina	0,05	0,05	0,05	0,05
Minerais Aves	0,05	0,05	0,05	0,05
Vit. Ave	0,05	0,05	0,05	0,05
BHT	0,01	0,01	0,01	0,01
Amido	2,00	0,23	0,62	0,75
Calcário	-	1,77	-	-
Fosfato 18%	-	-	1,30	-
Fosfato 20%	-	-	-	1,17
Composição química				
EM(Mcal/kg)	3,006	2,943	2,959	2,947
PB	20,21	20,21	20,21	20,22
Cálcio	0,122	0,870	0,427	0,344
Fósforo Total	0,343	0,343	0,582	0,582
Lisina Digestível	0,982	0,982	0,982	0,983
Metionina Digest.	0,433	0,433	0,433	0,433
Sódio	0,208	0,208	0,208	0,208
Treonina Digest.	0,678	0,678	0,678	0,679
Triptofano Digest.	0,222	0,222	0,222	0,222

1) Suplemento vitamínico por kg de ração: vit.A 3.750.000UI; vit D3750.000 UI; vit. E 7500 mg; vit K31.000 mg; vitB1 750 mg; vit. B2 1.500 mg; vit B6 1500 mg; vit B12 7.500 mcg; vit C12.500 mg, biotina 30 mg; niacina 10.000 mg, ácido fólico 375 mg; ácido pantotênico 3.750 mg. 2) Suplemento mineral por kg de ração: selênio 45 mg, iodo 175 mg, ferro 12.525 mg, cobre 2.500 mg, manganês 19.500 mg, zinco 13.750 mg.

As rações e a água foram fornecidas *ad libitum* durante todo o período experimental. As aves receberam somente a luz natural durante o dia. As coletas de excretas foram realizadas cinco vezes durante o período experimental. Para evitar contaminações e perda de amostra, as bandejas foram revestidas com plástico e colocadas sob um tablado de madeira.

As excretas foram coletadas durante o período experimental, pesadas e acondicionadas em sacos plásticos, os quais foram identificados e armazenados em freezer (-18°C) até o final do período de coleta, quando as amostras foram, então, descongeladas, pesadas, homogeneizadas e secas em estufas ventiladas a 55°C, por 72 horas. Posteriormente, as amostras foram moídas e armazenadas em sacos plásticos para análise.

Os parâmetros determinados são; o consumo de alimento (g); o consumo de matéria seca (g); o consumo de flúor total; da ração basal e do alimento (g); o flúor fornecido pela ração basal e pelo alimento (%); o teor de flúor nas rações e fezes (%); a excreção de flúor (g); o fator de indigestibilidade (CAI: Cinza Ácida Insolúvel); o flúor excretado pelos animais que receberam a ração com baixo teor de flúor (%) e as cinzas.

No final do experimento, foi determinada a quantidade de ração consumida por unidade experimental durante os cinco dias de coleta. Após receber os resultados das análises laboratoriais dos alimentos, referente à dieta formulada, às rações testes e às amostras de excretas, foram calculados os coeficientes de digestibilidade de flúor, conforme descrito por (Ammerman, 1995). Foram determinados os consumos de matéria seca (g) referentes às dietas oferecidas. Em seguida, foram avaliados os valores de excreção e os coeficientes de digestibilidade aparente do flúor das fontes avaliadas.

A) Método coleta total:

A.1) Coeficiente de digestibilidade aparente do flúor (CDAp)

$$\text{CDAp (\%)} = \frac{\text{F ingerido (g)} - \text{F excretado (g)}}{\text{F ingerido (g)}} \times 100$$

B) Método do indicador fecal (CAI):

B.1) Fator de indigestibilidade (FI)

$$\text{FI} = \frac{\% \text{ CAI dieta}}{\% \text{ CAI excretas}}$$

B.2) Coeficiente de digestibilidade aparente do flúor (CDAp)

$$\text{CDAp (\%)} = \frac{\% \text{ F dieta} - (\% \text{ F excretas} \times \text{FI})}{\% \text{ F dieta}} \times 100$$

A análise estatística dos parâmetros determinados nos experimentos foi realizada pelo Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas (SAEG), desenvolvido na Universidade Federal de Viçosa (2000). Os dados foram submetidos a análise de variância, com posterior avaliação do teste SNK, ao nível de 5% de probabilidade para comparação das médias. Realizou-se também o teste de Dunnett, ao nível de 5% de probabilidade para comparação do controle positivo (calcário) com os demais tratamentos.

4- Resultados e discussão

Os resultados apresentados foram obtidos sob condições de temperatura média mínima e máxima, respectivamente de $18 \pm 1,93^{\circ}\text{C}$ e $26 \pm 2,11^{\circ}\text{C}$, e umidade relativa de $71,69 \pm 5,83\%$. A temperatura média registrada nesse ambiente pode ser considerada

como termoneutra por estar entre 22 e 27°C, limites de temperatura inferior e superior estabelecidas para essa categoria (Baêta, 1997).

Na tabela 4, estão descritos os dados referentes ao balanço de flúor das fontes testadas e os coeficientes de digestibilidade aparente, determinados a partir de dados obtidos sob duas metodologias de coleta (coleta total e indicador fecal).

Não houve interação ($P>0,05$) entre os fatores estudados (fontes de flúor x granulometria das fontes) para digestibilidade aparente do flúor. Não houve diferença ($P>0,05$) entre as fontes de flúor para os seguintes parâmetros: porcentagem de flúor na ração em matéria seca (MS); consumo diário de ração g/animal/dia (MS) e excreção fezes diária g/animal/dia (MS), pelo método da coleta total. Entretanto, foram observadas diferenças entre os fosfatos bicálcicos e monobicálcicos. Nessa determinação, o consumo de flúor/animal/dia total (MS); flúor retido g/animal/dia (MS); % de flúor total nas fezes (MS) e a excreção de flúor nas fezes g/animal/dia (MS) foi maior nos tratamentos contendo fosfato monobicálcico, devido ao maior nível de flúor neste tipo de fosfato.

Houve diferença ($P<0,05$) entre o tratamento controle positivo (Calcário) e os demais tratamentos para os parâmetros: porcentagem de flúor na ração (MS); consumo de flúor/animal/dia total (MS); porcentagem de flúor total nas fezes (MS); excreção de flúor nas fezes g/animal/dia (MS); flúor retido g/animal/dia (MS); coeficiente de digestibilidade aparente do flúor da fonte teste pelo método da coleta total ($P<0,07$) e coeficiente de digestibilidade aparente do flúor da fonte teste pelo método da CAI. Neste método, o calcário obteve maiores valores.

Tabela 4: Parâmetros relacionados ao balanço do flúor de diferentes fontes

Parâmetro	Ref.	Calc.	FP18	FM18	FP20	FM20	CV (%)
% de F na ração (MS)	0,00176	0,00197	0,00300*	0,00338*	0,00536*	0,00534*	-
Consumo diário ração (g/animal/dia) MS	70,22	72,37	74,81	74,44	76,52	75,20	10,29
Consumo de F/animal/dia total (MS)	0,0012	0,0014	0,0022b*	0,0025b*	0,0041a*	0,0040a*	12,80
Excreção fezes diária (g/animal/dia) MS	25,05	21,70	23,09	22,45	24,58	24,91	13,62
% de F total Fezes (MS)	0,0014	0,0022	0,0041b*	0,0040b*	0,0060a*	0,0061a*	16,13
Excreção de F fezes g/animal/dia (MS)	0,0004	0,0005	0,0009b*	0,0009b*	0,0015a*	0,0015a*	22,19
F retido g/animal/dia (MS)	0,0009	0,0009	0,0013b*	0,0016b*	0,0026a*	0,0025a*	16,75
Coefficiente de digestibilidade aparente F da ração (%)	71,35	66,24	58,56	64,43	64,19	62,24	8,08
Coefficiente de digestibilidade aparente F da fonte teste pelo método da coleta total (P<0,07)	-	91,47	74,69a*	78,99a*	73,07b*	71,32b*	12,44
Coefficiente de digestibilidade aparente F ração CAI	80,84	81,45	74,29	77,69	75,86	77,13	7,14
Coefficiente de digestibilidade aparente F da fonte teste pelo método da CAI	-	93,67	75,44b*	81,25a*	80,09b*	83,3a*	9,46

Dieta referência (Ref.); CALCÁRIO = Ref. + Calcário (controle positivo); FP18= Ref.+ Fosfato pó 18%; FM18= Ref. + Fosfato microgranulado 18%; FP20= Ref. + Fosfato pó 20%; FM20= Ref. + Fosfato microgranulado 20%; CV = Coeficiente de Variação (%).

Médias na mesma linha seguidas por asterisco (*) são diferentes do tratamento controle positivo (Calc.) pelo Teste Dunnett a 5%.

Letras minúsculas, na mesma linha, diferem entre si pelo teste Student Newman Keuls (SNK).

Observa-se que a maior digestibilidade aparente do flúor é proveniente do calcário, quando comparada com as outras fontes de flúor do presente trabalho, o que pode ser devido à presença da fluorita (CaF_2), que é a composto mais comum de ser encontrado nas reservas de calcário, isto em função do cálcio e do flúor terem grande afinidade química (Couto, 1987).

Não houve diferença ($P>0,05$) entre os métodos de determinação da digestibilidade do flúor nas fontes minerais para os parâmetros de coeficiente digestibilidade aparente F da ração (%) e coeficiente digestibilidade aparente F da fonte mineral teste. Apesar de não haver diferença, foi observado maior valor do coeficiente de variação para o método do indicador fecal em comparação ao método de coleta total. Além disso, Bünzen et al. (2009) compararam os métodos de coleta total e do indicador fecal e não verificaram diferenças entre eles para os coeficientes de digestibilidade aparente e verdadeiro.

Apesar de não ter observado diferença a nível de 5% de probabilidade, foi observada diferença ($P<0,07$) entre os fosfatos sobre o coeficiente digestibilidade aparente do flúor da fonte de fosfato pelo método da coleta total, no qual os fosfatos bicálcicos obtiveram os maiores valores de digestibilidade do flúor.

A disponibilidade de flúor a partir de fosfato bicálcico (DCP), de fosfato desfluorado (DFP), e fosfato de rocha em bruto (PRR) foi avaliada e comparada com a disponibilidade de flúor como fluoreto de sódio (NaF). As dietas contendo 50-55 ppm de flúor foram fornecidas aos cordeiros e ratos e a retenção de flúor esquelético determinada. A disponibilidade relativa de F nas diferentes fontes de fosfato medidas por esta técnica em comparação com o de NaF foi cerca de 50% (DCP), 20% (DFP), e 65% (PVP). A digestibilidade do flúor em caprinos alimentados com dietas semelhantes

foi determinada em um delineamento em quadrado latino 4 x 4 e verificou-se ser de 38% (DCP), 34% (DFP), 65% (RRP), e 75% (NaF) (Clay e Suttie 1985).

Rostagno et al. (2000) verificaram grandes diferenças na solubilidade do flúor nos fluidos ruminal e abomasal de algumas fontes de fósforo e dos fluoretos de cálcio e de sódio. O flúor proveniente do fluoreto de sódio foi o mais solúvel e o do fluoreto de cálcio o menos solúvel, sendo semelhante ao fosfato de rocha e ao fosfato parcialmente desfluorizado. Os autores sugerem que a utilização do fluoreto de sódio para determinação do nível tóxico de flúor não é aplicável diretamente ao flúor proveniente das fontes de fósforo.

Godoy (2000), avaliando a retenção de flúor em fontes de fósforo para bovinos, determinou uma maior retenção de flúor nos tratamentos super-tríplo (SFT) e no fosfato MONTE, o que, segundo o autor, pode estar relacionado com uma maior solubilidade em relação ao fosfato de rocha (RIO). A excreção total de flúor aumentou com o consumo do elemento, sendo a proporção excretada através das fezes sendo esta superior à excretada na urina, para os fosfatos RIO e MONTE e com frações semelhantes ao SFT, indicando uma maior solubilidade de flúor para STF. Segundo Shupe et al. (1962), o flúor excretado na urina está relacionado com a taxa de absorção do elemento.

De fato, o fluoreto de sódio é rápido e eficientemente absorvido (acima de 90%), enquanto que cerca de 50% do flúor presente em fosfatos de rocha é absorvido. Estes dados são extremamente relevantes, uma vez que Veloso et al. (1996) verificaram que a porcentagem de flúor nos ossos é dependente da quantidade de flúor na dieta, ou seja, existe uma relação direta entre a quantidade de flúor presente na dieta e a retenção óssea de flúor pelo animal que recebe a respectiva dieta.

Além disso, foi observada diferença ($P < 0,05$) entre a granulometria dos fosfatos sobre o coeficiente de digestibilidade aparente F da fonte de fosfato pelo método da CAI, no qual os fosfatos granulados obtiveram os maiores valores de digestibilidade do flúor. Estes resultados estão de acordo com o NRC (2005), que registra que a absorção do flúor varia com a forma física e/ou constituição química da fonte em que ele se encontra.

Pesquisa realizada com frangos de corte de 1 a 21 dias de idade permitiu a constatação de que o fosfato bicálcico granulado foi estatisticamente semelhante ao fosfato bicálcico em pó, demonstrando não haver interferência da granulometria sobre a digestibilidade (Lima, 1994).

Os coeficientes de digestibilidade fecal aparente do flúor pelo método de coleta total nas dietas em porcentagem foram: Calcário: 91,47; FP18: 74,69; FM18: 78,99; FP20: 73,07 e FM20: 71,32. Os coeficientes de digestibilidade fecal aparente do flúor pelo método do indicador - cinza ácida insolúvel (CAI) nas dietas em porcentagem foram: Calcário: 93,67; FP18: 75,44; FM18: 81,25; FP20: 80,09 e FM20: 83,38.

A disponibilidade biológica do flúor para machos e fêmeas de frangos de corte é de, respectivamente, fosfato monoamônico = 27,26; 36,67; fosfato supertriplo = 7,47; 6,29; fosfato de Jucapiranga = 8,26; 4,35; fosfato de Tapira = 43,85; 64,45; fosfato bicálcico granulado = 124,25; 79,69; fosfato bicálcico comercial = 191,48; 229,02; fluoreto de cálcio = 7,03; -2,03, considerando o flúor proveniente do fluoreto de sódio 100% disponíveis, e o teor de flúor no fêmur das fontes (Lima, 1995).

Godoy (2000), avaliando a retenção de flúor em fontes de fósforo para bovinos, observou que a retenção de flúor aparente (%) para os fosfatos: Rio (tricálcico), Monte (tricálcico) e SFT (monocálcico), foram de 68,3; 76,4 e 75,4, respectivamente.

5- Conclusão

Os fosfatos bicálcicos em relação ao monobicálcico possuem maior digestibilidade do flúor pelo método da coleta total.

Os fosfatos microgranulados em relação ao pó possuem maior digestibilidade do flúor pelo método do indicador - cinza ácida insolúvel (CAI).

Os coeficientes de digestibilidade fecal aparente do flúor pelos métodos de coleta total e do indicador - cinza ácida insolúvel (CAI) nas dietas em porcentagem foram: Calcário: 92,57; FP18: 75,06; FM18: 80,18; FP20: 76,58 e FM20: 77,35.

Os valores da digestibilidade fecal aparente das diferentes fontes de minerais não variam em função da metodologia empregada no estudo.

6- Referências bibliográficas

- AMMERMAN, C.B.; BACKER, D.H.; LEWIS, A.J. **Bioavailability of Nutrients for Animals**; Amino Acids, Minerals and Vitamins. Academic Press, INC. 525 b Street, Suite 1900, San Diego, California. 431p. 1995.
- ANDRIGUETO, J.M.; PERLY, L.; MINARDI, I.; GEMAEL, A.; FLEMMING, J.S.; SOUZA, G.A.; BONA FILHO, A. **Nutrição Animal**. 4 ed. São Paulo: Nobel, P.252. 1988.
- ARAÚJO, L.F. ARAÚJO, C.S.S.; JUNQUEIRA, O.M.; BARBOSA, C.G.S.; ALBUQUERQUE, R.; FARIA, D.E. Uso de fosfatos com diferentes relações flúor:fósforo na alimentação de poedeiras semipesadas na fase de produção. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.1033-1036, 2009.

- Associação Brasileira de Proteína Animal. ABPA, Relatório Anual, 2015. Disponível em:< <http://abpa-br.com.br/setores/avicultura/mercado-mundial>>. Acesso Em: 27 de Outubro de 2016.
- BAÊTA, F.C. **Ambiência em edificações rurais: conforto animal**. Viçosa, MG Universidade Federal de Viçosa, p. 246, 1997.
- BARBOSA, H.P.; FIALHO, E.T.; LIMA, G.J.M.M. Efeitos dos níveis de flúor proveniente de fosfato de Patos de Minas no desempenho e características do osso de suínos em crescimento e terminação. **Boletim da Indústria Animal**, v.50, p.1-5, 1993.
- BARBOSA, M.J.S.S. **Efeito do ambiente térmico sobre as respostas fisiológicas e produtivas de frangos de corte de linhagens caipira criados em condições de inverno amazônico**. Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Acre. Rio Branco. Acre. 2016.
- BRANTON, S.L.; REECE, F.N.; HAGLER, W.M. Influence of a wheat diet on mortality of broiler chickens associated with necrotic enteritis. **Poultry Science** v.66, p.1326-1330, 1987.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. **Registro do Produto "Frango Caipira ou Frango Colonial" ou "Frango Tipo ou Estilo Caipira" ou "Tipo ou Estilo Colonial"**. Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal – DIPOA. 1999.
- BRUGALLI, I.; ALBINO, L.F.T; SILVA, D.J.; GOMAS, P.C.; ROSTAGNO, H.S.; SILVA, M.A. Efeito do Tamanho de Partícula e do Nível de Substituição nos Valores Energéticos da Farinha de Carne e Ossos para Pintos de Corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, p.753-757, 1999.

- BRUGALLI, I.; SILVA, D. J.; ALBINO, L. F. T. 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, p.1288-1296, 1999.
- BRUM, P.A.R.; ZANOTTO, D.L.; GUIDONI, A.L. **Granulometria do milho em rações fareladas e trituradas para frangos de corte**. Embrapa Suínos e Aves. 1998.
- BÜNZEN, S. **Digestibilidade do fósforo de alimentos e exigência de fósforo digestível de aves e suínos**. Viçosa, MG: UFV. Tese (Doutorado em Nutrição de Monogástrico) - Universidade Federal de Viçosa. 2009.
- BUTOLO, J.E. **Qualidade de ingredientes na alimentação animal**. Campinas– SP: ed. CBNA, p.430, 2002.
- CARVALHO, G.B.; DOURADO, L.R.B.; LOPES, J.B.; FERREIRA, A.H.C.; RIBEIRO, M.N.; SILVA, S.R.G.; MERVAL, R.R.; BIAGIOTTI, D.; SILVA, F.E.S. Métodos de análise da cinza insolúvel em ácido utilizada como indicador na determinação da energia metabolizável do milho para aves. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal.**, Salvador, v.14, n.1, p.43-53, 2013.
- CASARTELLI E.M.; JUNQUEIRA, O.M.; ARAÚJO, L.F.; ARAÚJO, C.S.S.; SAVIETTO, D.; NETO, M.A.T. Fosfatos com diferentes relações flúor:fósforo na alimentação de frangos de corte **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, p.856-860, 2008.
- CLAY, A.B. e SUTTIE J.W. The availability of fluoride from NaF and phosphorus supplements. **Veterinary and Human Toxicology**, v.27, p.3-6, 1985.
- COMPÊNDIO BRASILEIRO DE ALIMENTAÇÃO ANIMAL. Guia de métodos analíticos, p.217ed. Sindirações. 2009.

- COUTO, O.B. **Biodisponibilidade do fósforo em concentrados de rochas fosfáticas e fluorose em animais de laboratório.** Universidade Federal de Minas Gerais. 1987.
- CRABONE, G.T.; MOORI, R.G.; SATO, G.S. Fatores relevantes na decisão de compra de frango caipira e seu impacto na cadeia produtiva. **Organizações Rurais & Agroindustriais.** Universidade Federal de Lavras. v.7, 2005.
- CRUZ, F.L., **Avaliação de diferentes cruzamentos sobre as características de carcaça e qualidade de carne de frango em sistema alternativo.** Lavras, MG, UFLA. Dissertação (Ciências Veterinárias) Universidade Federal Lavras. 2015.
- DINIZ, L.G. **O Flúor nas águas subterrâneas do estado de Minas Gerais.** Dissertação de Mestrado em Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, 2006.
- GODOY, S. Fuentes de fósforo para la alimentación de bovinos: retención de fósforo y flúor. **Zootecnia Tropical**, v.18, p.45-58, 2000.
- HOBBS, C.S.; MARRIMAN, G.G. The of eight years continuous feeding of different levels of fluorine and alleviator on feed consumption. Bones and production of cows. **Journal of Animal Science.** v.18, p.1526, 1959.
- JOST, H.C. **Flúor na alimentação de não ruminantes.** Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Faculdade de Agronomia. 1995.
- JUNQUEIRA, O.M. **O uso do fosfato monobásico Rações 20 e de outras fontes de fósforo com diferentes relações Flúor:Fósforo na alimentação de frangos de corte.** In: Relatório Técnico. Circular interna. Serrana Nutrição Animal. 2004
- KLEYN, R. **Chicken Nutrition.** 1a edição. Context. Liecestershire. 2013.

- LIMA, I. L. Disponibilidade biológica do fósforo para aves e sua solubilidade em diferentes fontes de fósforo. In: Conferência Apinco Ciência e Tecnologia Avícolas, Campinas, **Anais...** Campinas, p.17-18. 1994.
- LIMA, I.L. **Disponibilidade de fósforo e de flúor de alguns alimentos e exigência nutricional de fósforo para frangos de corte.** Tese de Doutorado. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG. 1995.
- LINDOLI, J.; FURLAN, F.H.; MEZARROBA, S.; RAYMUNDO, D.L.; BECHTOLD, S.L.; TRAVERSO, S.D.; GAVA, A., Intoxicação aguda por fluorsilicato de sódio em bovinos do estado de Santa Catarina, **Pesquisa Veterinária Brasileira** v.27, p.49-52, 2007.
- MELLO, L.C.P., GOMIDE, .L.B. Respostas físicas, químicas e biomecânicas do osso de ratas ovariectomizadas submetidas a diversas ingestões de flúor suplementar. **Revista de Nutrição.** Campinas, v.18, p.593-600, 2005.
- MICHEL, J.N., SUTTIE, J.N., SUNDE, M.L. Fluorine depositin in bone as related to physiological state. **Poultry Science**, v.63, p.1407-1411, 1984.
- MOURA, M.N. **Digestibilidade do fósforo de fosfato utilizados para frangos do tipo caipira.** Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal de São João Del Rei. São João Del Rei. 2015.
- NIR, I, R. HILLEL, I. PTICHI e G. SHEFET. Effect of particle size on performance. Grinding pelleting interactions. **Poultry Science.** v.74, p.771-783, 1995.
- OLIVEIRA, L.M. **Estudos por ressonância paramagnética eletrônica de defeitos induzidos pela radiação ionizante na hidróxiapatita do esmalte dentário.** Dissertação de Mestrado. Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas. Rio de Janeiro. 1995.

- PEIXOTO, P.V.; MALAFAIA, P.; BARBOSA, J.D.; TOKARNIA, C.H. Princípios da suplementação mineral em ruminantes. **Pesquisa Veterinária Brasileira** v.25, p.195-200, 2005.
- PORTELLA, F.J.; CASTON, L.J.; LESSON, S. Apparent feed particle size preference by broilers. **Canadian Journal of Animal Science**. v.68, p.923-930, 1998.
- RAFFI, M.B.; MÉNDEZ, M.C.; RIET-CORREA, F. Estudos histiomorfométrico e histiológico das lesões ósseas causadas por flúor em aves. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v.17, p.69-76, 1997.
- RANGRAB, L.H., **Metabolismo e balanço de flúor em dietas para ruminantes**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Faculdade de Agronomia. 1995.
- ROSTAGNO, H.S. **Efeito do flúor na alimentação animal**. Departamento de Zootecnia. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG. 2000.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. **Tabelas brasileiras para aves e suínos**. ED. ROSTAGNO, H. S. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, p. 186, 2011.
- SALES, J.; JANSSENS, G. The use of markers to determine energy metabolizability and nutrient digestibility in avian species. **Poultry Science**, v.59, p.314-327, 2003.
- SANTOS, L.M. **Níveis de cálcio e fósforo disponível para frangos de corte recebendo rações com fitase em diferentes fases de criação**. 2008. 105f. Tese (Mestrado em Zootecnia)-Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Lavras, Lavras. 2008.
- SAVINO, V.J.M., COELHO, A.A.D., ROSARIO, M.F., SILVA, M.A.N., Avaliação de materiais genéticos visando à produção de frango caipira em diferentes sistemas de alimentação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.578-583, 2007.

- SAXENA, V.K., AHMED, S. Dissolution of fluoride in groundwater: a water-rock interaction study. **Environmental Geology**, v.40, p.1084-1087, 2001.
- SHUPE, J. L., HARRIS E.L., GREENWOOD D.A., BUTCHER J.E. Y NIELSEN H.M. The effect of fluorine on Dairy Cattle. V. Fluorine in the Urine as an Estimator of fluorine intake. Amer. **Journal of Veterinary Research**, v.24, p.300-305. 1962.
- SOUZA, I.T.N.; LIMA, P.O.; LOPES, K.T.L.; SOARES, E.C.A.; LIMA, A.F.; FONSECA, P.P.H.; LEITE, H.M.S.; J.A.L. Desempenho de alunos de escolas públicas antes e depois de palestra sobre manejo de aves caipiras. IN. 25º congresso brasileiro de zootecnia, Fortaleza, CE, **Anais...** 25º congresso brasileiro de zootecnia, Fortaleza, 2015.
- TEIXEIRA, A.O.; LOPES, D.C.; RIBEIRO, M.C.T. Composição química de diferentes fontes de fósforo e deposição de metais pesados em tecidos de suínos. **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária Zootecnia**, Belo Horizonte, v.57, p.502-509, 2005a.
- TEIXEIRA, A. O. et al. Níveis de substituição do fosfato bicálcico pelo monobicálcico em dietas para suínos nas fases de crescimento e terminação. **Revista Brasileira Zootecnia.**, v.34, p.142-150, 2005b.
- TEIXEIRA, A.O.; LEONEL, F. P.; KNOOP, R.; MOREIRA, L. M. ; RIBEIRO, E.T.; OLIVEIRA, W. P.; CARVALHO, J. C.; FERREIRA, V.P.A.; ZERVOUDAKIS, J. T. Blood and bone parameters of cattle fed diets containing different phosphates and phosphorus:fluorine relations. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.16, p.93-105, 2015.
- TEIXEIRA, A.O.; CORASSA, A.; MOREIRA, L.M. ; NOGUEIRA, E.T.; LOPES, J.B.; ROCHA JUNIOR, C. M. ; FERREIRA, V.P.A. Bone characteristics of pigs

fed with different phosphorus sources. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*.

Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias, v.29, p.245-254, 2016.

TREVIZAN, L. **O fósforo no organismo animal: importância e deficiência.**

Seminário de Bioquímica do Tecido Animal do Programa de Pós-graduação em ciências veterinárias da UFRGS. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2003.

VELOSO, J.A.F., CAVALCANTE, S.G., FERREIRA, W.M. et al. Avaliação química de ossos de suínos alimentados com quatro fosfatos de rocha, In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33, Fortaleza, CE. **Anais...** Fortaleza: SBZ, v.1, p.142-144, 1996.

VELOSO, J.A.F. **Avaliação de fosfatos semi-elaborados e influência do flúor sobre o nível hepático de AMPc em frangos de corte.** Universidade Federal de Minas Gerais. 1997.

VILAÇA, D.M. **Importância da nutrição animal.** Disponível em: <

<http://www.aviculturaindustrial.com.br/imprensa/importancia-da-nutricao-animal-por-daniel-vilaca/20100526-150051-J260> > Acesso em: 16 de Novembro 2016.