

MAURÍLIO DE LUCAS XAVIER JUNIOR

**BIODISPONIBILIDADE E DIGESTIBILIDADE DO FÓSFORO DE
DIFERENTES FOSFATOS PARA FRANGOS DE CORTE**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2017

T

X3b
2017
Xavier Junior, Maurílio de Lucas, 1991-
Biodisponibilidade e digestibilidade do fósforo de diferentes fosfatos para frangos de corte / Maurílio de Lucas Xavier Junior. - Viçosa, MG, 2017.
vii, 25f. : il. ; 29 cm.

Orientador: Luiz Fernando Teixeira Albino.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa. Inclui bibliografia.

1. Frango de corte - Alimentação e rações. 2. Fósforo na nutrição animal. 3. Digestão. 4. Fosfatos. I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Zootecnia. Programa de Pós-graduação em Zootecnia.
II. Título.


CDD 22 ed. 636.50855

MAURÍLIO DE LUCAS XAVIER JUNIOR

**BIODISPONIBILIDADE E DIGESTIBILIDADE DO FÓSFORO DE
DIFERENTES FOSFATOS PARA FRANGOS DE CORTE**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.


APROVADA: 24 de março de 2017.




Melissa Izabel Hannas
(Coorientadora)



Marcelo Dias da Silva



Arele Arlindo Calderano



Luiz Fernando Teixeira Albino
(Orientador)

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus, por me guiar e iluminar o meu caminho, me proporcionando as melhores oportunidades e sabedoria para vencer todos os desafios.

Agradeço à minha família: meus pais Maurílio e Raquel, e meus irmãos, Raphaela e João Gabriel, por estarem sempre ao meu lado dando todo o suporte e incentivo necessário para realizar o sonho de se tornar mestre em zootecnia.

Aos meus amigos de República: Yuri, Pedro, João Victor e André, que ao longo desse período em Viçosa estiveram ao meu lado, tanto nos momentos de descontração quanto nos desafios do dia a dia.

Aos meus amigos de Viçosa: Tadeu, Marcelo, Douglas, Matheus e todos os outros que tive o prazer de conhecer durante meu tempo nessa cidade, por estarem presentes nos momentos de estudo e também nas horas de descontração.

Aos meus amigos de Ubá, que mesmo estando menos presentes, sempre me apoiaram e torceram pelo meu sucesso.

Aos meus companheiros de trabalho da equipe do aviário: Helvio, Valdir, Rosana, Sandra, Bruno Carvalho, Neto, Bruno Damaceno, Bruna, Diego, Macaé, Dandara, Vinicius e Victor, por dividir o conhecimento, os desafios dos experimentos e também os tropeiros.

Ao meu orientador e mentor Luiz Fernando Teixeira Albino, por proporcionar essa oportunidade e ter dado todo o suporte necessário durante o meu mestrado, sempre com bom humor e compreensão nas horas difíceis.

Aos demais professores do Departamento de Zootecnia, que contribuíram para a minha formação e preparo para os próximos desafios. Em especial, os meus co-orientadores, professor Horacio Santiago Rostagno e professora Melissa Izabel Hannas.

Aos professores Arele Arlindo Calderano e Marcelo Dias da Silva, por aceitarem participar da minha banca de defesa.

À todos os funcionários do setor de Avicultura, por ajudar e contribuir para a realização e sucesso do trabalho.

Em especial, aos meus amigos Leandro, Thássio e Paula, que foram muito importantes para a realização do experimento, estando ao meu lado em quase todas as etapas do trabalho.

Ao Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa pela oportunidade de realização do curso.

Ao CNPq pela concessão da bolsa de estudos.

BIOGRAFIA

MAURÍLIO DE LUCAS XAVIER JUNIOR, filho de Maurílio de Lucas Xavier e Raquel Gomes de Paula Xavier, nasceu em João Monlevade, MG, em 6 de setembro de 1991.

Em 2010 ingressou no curso de Zootecnia na Universidade Federal de Viçosa, colando grau em janeiro de 2015.

Em 2015 ingressou no curso de Mestrado em Zootecnia na Universidade Federal de Viçosa, submetendo-se à defesa de dissertação em março de 2017.

SUMÁRIO

RESUMO	vi
ABSTRACT	vii
INTRODUÇÃO	1
MATERIAL E MÉTODOS	3
RESULTADOS	10
DISCUSSÃO	19
CONCLUSÃO	22
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	22

RESUMO

JUNIOR, Maurílio de Lucas Xavier, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, março de 2017. **Biodisponibilidade e Digestibilidade do fósforo de diferentes fosfatos para frangos de corte.** Orientador: Luiz Fernando Teixeira Albino. Coorientadores: Horacio Santiago Rostagno e Melissa Izabel Hannas.

Objetivou-se determinar a disponibilidade biológica e a digestibilidade ileal verdadeira do fósforo oriundo de diferentes fontes em rações de frangos de corte na fase inicial (8 a 21 dias). Foram utilizados 360 pintos de corte machos, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, com 9 tratamentos, 8 repetições de 5 aves. Foi formulada uma ração basal a base de milho e de farelo de soja, atendendo às exigências nutricionais de pintos de corte de 8 a 21 dias de idade (Rostagno et al., 2011), exceto para P (0,15% Pd). As fontes de fósforo avaliadas foram: fosfato bicálcico (FB), fosfato monocálcico (FMC), fosfato monobicálcico (FMBC) e fosfato monossódico (FMS), as quais foram adicionados à ração basal a fim de fornecer 0,075 e 0,150% Pd. Igualmente foi formulada uma ração isenta de P para correção da digestibilidade pelas perdas endógenas. Aos 21 dias, fim do período experimental, foram avaliados o ganho de peso, consumo de ração e a conversão alimentar. Além disso, foram abatidas todas as aves para retirada da tibia para avaliação do teor de cinzas da tibia (%), igualmente foi coletado o conteúdo ileal para determinar a digestibilidade ileal do P. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância, utilizando o procedimento PROC GLM e PROC REG do software SAS (SAS Institute, 2010) e de Regressão Linear, calculando-se a disponibilidade biológica do P das fontes avaliadas pela relação dos coeficientes de regressão, considerando-se o fósforo do fosfato bicálcico padrão como 100 % disponível (Sakomura and Rostagno, 2016). Foram utilizadas duas técnicas para avaliar a digestibilidade ileal dos fosfatos, a metodologia proposta por Sakomura e Rostagno (2016) e o método proposto pela WPSA (2013), que determina a digestibilidade ileal por meio de análise de regressão. A disponibilidade biológica média dos fosfatos foi: 116% para FMBC, 134% para FMC e 125% para FMS, em comparação com o FB (padrão 100%). A digestibilidade ileal verdadeira dos fosfatos, avaliado pelo método proposto por Sakomura e Rostagno (2007) foi: 69% para FB, 62% para o FMBC, 76% para o FMC e 71% para o FMS. A digestibilidade ileal dos fosfatos, avaliado pelo método proposto pela WPSA (2013) é: 60% para o FB, 58% para o FMBC, 71% para o FMC e 71% para o FMS.

ABSTRACT

JUNIOR, Maurílio de Lucas Xavier, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, March, 2017. **Bioavailability and digestibility of phosphorus from different sources for broilers.** Adviser: Luiz Fernando Teixeira Albino. Co-advisers: Horacio Santiago Rostagno and Melissa Izabel Hannas.

The goal of this study was determine true ileal digestibility and phosphorus (P) bioavailability of different sources in broiler diets. Three hundred and sixty chicks from 8 to 21 days of age were randomly distributed in 9 treatments with 8 replicates and 5 birds each. A corn-soybean meal diet was formulated to meet broiler requirements according to The Brazilian Tables for Poultry and Swine (Rostagno et al., 2011), except to P (0,150% non-phytate P). We evaluated four different P sources: dicalcium phosphate (DCP), monocalcium phosphate (MCP), monodicalcium phosphate (MDCP), and monosodium phosphate (MSP). The P sources (DCP, MCP, MDCP, and MSP) were added to the basal diet at 0,075 and 0,150% of non-phytate P (nPP). Additionally, a low-P diet was formulated to determine the endogenous P losses. At day 21, birds and feed were weighted to determine weight gain (WG), feed intake (FI), feed-to-gain ratio (F:G). In addition, all birds were slaughtered to collect the right tibia and ileal content to perform lab analysis and determine tibia ash content (%) and true P digestibility, respectively. All data were submitted to ANOVA using the PROC GLM and PROC REG of SAS Statistical package (SAS Institute, 2010). The relative effectiveness of P sources was calculated using a Linear Regression considering DCP as standard P source (Sakomoura and Rostagno, 2016). Two techniques were utilized to evaluate phosphates ileal digestibility, the methodology purposed by Sakomura and Rostagno (2016) and the method purposed by WPSA (2013), which determines the ileal digestibility using regression analysis. The average P bioavailability of the phosphates were 116% to MDCP, 134% to MCP, and 125% to MSP compared to DCP (100%). The true P ileal digestibility of phosphates, evaluated by the method purposed by Sakomura and Rostagno (2016) it is: 69% to DCP, 62% to MDCP, 76% to MCP, and 71% to MSP. The P ileal digestibility of phosphates, evaluated by the method purposed by WPSA (2013) it is: 60% to DCP, 58% to MDCP, 71% to MCP, and 71% to MSP.

INTRODUÇÃO

O fósforo é um macromineral essencial para a manutenção da vida nos animais, sendo necessário em inúmeros processos fisiológicos e biológicos. É componente de ácidos nucleicos (DNA e RNA) essenciais para o crescimento e diferenciação celular, juntamente com outros elementos participa na manutenção da pressão osmótica e do equilíbrio ácido-básico, é componente do tecido ósseo, participa na utilização e transferência de energia nas formas de ATP, participa no transporte de ácidos graxos e da absorção e deposição de gorduras, além de estar diretamente relacionado com a formação de proteínas (Underwood, 1999).

Em sua maioria, as dietas utilizadas na nutrição de aves são compostas principalmente por alimentos de origem vegetal, apresentando pouca disponibilidade do fósforo para o animal, tornando-se necessária a suplementação com fontes inorgânicas de fósforo, como por exemplo os fosfatos. Os fosfatos são produtos industriais formados por sais de ácido fosfórico, resultante da neutralização do fosfato de rocha pelo ácido sulfúrico e água, e posteriormente são neutralizados com o calcário ou cal hidratada (Cardoso, 1991). Os produtos comerciais são denominados de acordo com sua proporção variada de fosfato monocalcico e bicalcico, dependendo do processamento empregado (Huyghebaert et al., 1980).

Sabe-se que as reservas mundiais de fosfatos de rocha são limitadas, em consequência disso existe a necessidade de estudos e pesquisas sobre seu uso de forma cada vez mais eficiente, a fim de evitar problemas para as gerações futuras (Abelson, 1999).

A biodisponibilidade dos minerais, é uma maneira de se medir a variação do nutriente nos alimentos ou nas fontes e pode ser definida como sendo a capacidade da fonte do mineral em suportar os processos fisiológicos em um animal (Sakomura & Rostagno, 2016). Sabe-se pouco a respeito da forma como os minerais estão presentes nos alimentos, contudo determinar a biodisponibilidade do mineral nos ingredientes é uma maneira de se obter maiores informações dos produtos utilizados e é essencial no intuito de utilizar as fontes minerais de maneira mais eficaz possível na nutrição das aves.

A biodisponibilidade dos fosfatos pode ser determinada pela medição de respostas biológicas dos animais como o ganho de peso, conversão alimentar e pela porcentagem de cinzas na tíbia, após a ingestão de quantidades dos fosfatos testados em comparação a uma fonte referência (Coon et al., 2007). O fosfato bicálcico é a fonte mais comumente utilizada como suplementação de fósforo nas dietas para aves no Brasil, e, por ser uma fonte segura, é normalmente escolhida como a fonte padrão nos ensaios de biodisponibilidade, sendo considerada como fonte 100% biodisponível (Lima, 1997).

Sabe-se que a determinação da biodisponibilidade do fósforo é importante para avaliar a qualidade dos fosfatos inorgânicos, porém as respostas no desempenho e características ósseas fornecem valores relativos, limitando a formulação de dietas nutricionais balanceadas (Coon et al., 2002). Para avaliação de proteínas e aminoácidos, mensurar a taxa de desaparecimento na porção final do íleo é muito comum em estudos com frangos de corte, pois os efeitos da fermentação cecal são excluídos, além de eliminar possíveis interferências da excreção urinária (Ravindran et al., 1999). Desta forma, um ensaio de digestibilidade ileal do fósforo se torna uma alternativa para avaliar os diferentes fosfatos.

Nos últimos anos tem sido questionada a maneira utilizada para quantificação do fósforo, pois formas de avaliação como fósforo disponível, fósforo não fítico e fósforo retido podem levar a resultados superestimados da exigência verdadeira de fósforo das aves, ocasionando um excesso na excreção do mineral (WPSA, 2013). A mensuração da digestibilidade do fósforo tem sido recomendada, com o intuito de padronizar o método de avaliação do conteúdo de fósforo presente nos alimentos e nos fosfatos inorgânicos.

Uma preocupação com a inclusão de fósforo nas dietas dos animais em produção é a excreção do elemento no meio ambiente, podendo ocasionar problemas ambientais como a eutrofização em ecossistemas aquáticos (Smith et al., 1999). Atender as exigências de minerais das aves, assim como utilizar fontes que proporcionam melhor digestibilidade do nutriente permitem o uso de forma eficiente do mineral e melhor aproveitamento do fósforo para suas funções biológicas, diminuindo a excreção de resíduos para o meio ambiente. Alguns fatores, entretanto, podem alterar a digestibilidade do fósforo, entre eles está a concentração do mineral na ração, a idade do animal, estrutura molecular, processamento da fonte, relação cálcio e fósforo, pH intestinal, presença da vitamina D e a composição da dieta (Teixeira et al., 2005).

Assim, considerando a explanação introdutória, a presente dissertação tem por objetivo:

1. Determinar a disponibilidade biológica do fósforo das seguintes fontes: fosfato monobicálcico, fosfato monocálcico e fosfato monossódico em comparação ao fosfato bicálcico como fonte padrão em frangos de corte na fase inicial.
2. Determinar a digestibilidade ileal do fósforo, utilizando duas metodologias distintas, das seguintes fontes: fosfato bicálcico, fosfato monobicálcico, fosfato monocálcico e fosfato monossódico utilizando frangos de corte na fase inicial.

MATERIAL E MÉTODOS

Esta pesquisa foi previamente autorizada pela comissão de ética no uso de animais de produção da Universidade Federal de Viçosa, processo número 24/2015 e está de acordo com os princípios éticos de experimentação animal.

O experimento foi conduzido no setor de avicultura do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Viçosa.

Os pintinhos utilizados foram adquiridos de um incubatório local com 1 dia de idade e foram previamente sexados e alojados em círculos de proteção, recebendo ração balanceada de acordo com as exigências nutricionais recomendadas pelas Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos (Rostagno et al., 2011) e água à vontade, até o início do experimento.

Foram testados os seguintes fosfatos: o fosfato bicálcico (FB), fosfato monobicálcico (FMBC), fosfato monocálcico (FMC) e fosfato monossódico (FMS). O FB foi utilizado como fonte padrão para a realização dos cálculos de biodisponibilidade. A composição química das fontes estudadas foi determinada previamente para possibilitar a adequada formulação das rações experimentais, mostradas na tabela 1.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado. Para todo o experimento foram utilizados 360 pintos de corte machos da linhagem COBB 500, totalizando 9 tratamentos com 8 repetições cada (72 unidades experimentais) e 5 animais por unidade experimental.

Tabela 1. Concentrações de fósforo, cálcio e sódio dos Fosfatos utilizados nas dietas experimentais.

Fonte	Fósforo	Cálcio	Sódio
Fosfato Bicálcico	18,5%	24,5%	-
Fosfato Monobicálcico	21%	16%	-
Fosfato Monocálcico	22,7%	16%	-
Fosfato Monossódico	24%	-	20%

Uma ração basal foi elaborada a base de milho e farelo de soja com níveis de aminoácidos, de energia, de vitaminas e de minerais recomendados para pintos de corte na fase inicial (1 a 21 dias) de acordo com as Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos (Rostagno et al., 2011), com exceção para o nível de fósforo disponível (Pd), que foi adicionado abaixo da recomendação (0,15% Pd), mostrado na tabela 2. Foi adicionado 1% de celite à ração basal, utilizado com indicador para determinação do fator de indigestibilidade.

Tabela 2. Ingredientes e composição química da dieta basal.

Ingredientes	%
Milho	54,461
Farelo soja; 45%	36,765
Óleo de soja	3,519
Fosfato bicálcico	0,197
L-lisina HCL; 79%	0,161
DL-metionina; 99%	0,275
L-treonina; 98,5%	0,040
Celite	1,000
Suplemento mineral ¹	0,110
Suplemento vitamínico ²	0,110
Cloreto de Colina; 60%	0,100
Salinomicina; 12% ³	0,055
Antioxidante (BHT)	0,010
Avilamicina; 20% ⁴	0,005
Sub-total	96,809
Sal comum	0,528
Calcário	2,045
Sabugo	0,618
Total	100,000
Composição calculada	
EM (Kcal/Kg)	3000
Proteína Bruta (%)	22,04
Cálcio (%)	0,971
Sódio (%)	0,210
Fósforo total (%)	0,387
Fósforo disponível (%)	0,150

¹Premix mineral contendo por kg de ração: Ferro – 55,0 mg; Cobre - 11,0 mg; Manganês - 77,0 mg; Zinco – 71,5 mg; Iodo - 1,10 mg; Selênio – 0,330 mg;

² Suplemento vitamínico contendo por kg de ração: Vit. A - 8250 U.I.; Vit. D3 - 2090 U.I.; Vit. E - 31.0 U.I.; Vit. B1 - 2,20 mg; Vit. B2 - 5,50 mg; Vit. B6 - 3,08 mg; Vit. B12 - 0,013 mg; Ácido Pantotênico - 11,0 g; Biotina - 0,077 mg; Vit. K3 - 1,65 mg; Ácido Fólico - 0,77 mg; Ácido nicotínico - 33,0 mg;

³Anticoccidiano

⁴Antibiótico

Os fosfatos analisados foram suplementados à ração basal em dois níveis de Pd, 0,075% e 0,15%, a fim de formar os tratamentos com 0,225% e 0,300% de Pd, apresentados na tabela 3.

Tabela 3. Composição química das rações experimentais

	FB		FMBC		FMC		FMS	
Pd (%)	0,225	0,300	0,225	0,300	0,225	0,300	0,225	0,300
Basal	96,809	96,809	96,809	96,809	96,809	96,809	96,809	96,809
Sal C.	0,528	0,528	0,528	0,528	0,528	0,528	0,371	0,214
Calcário	1,782	1,518	1,894	1,742	1,905	1,765	2,045	2,045
Fosfato	0,405	0,811	0,357	0,714	0,330	0,661	0,313	0,625
Sabugo	0,476	0,335	0,412	0,207	0,428	0,238	0,462	0,307
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Para determinar as perdas endógenas de fósforo, 40 aves (8 gaiolas com 5 animais cada) foram submetidas à alimentação com uma ração purificada com baixo nível de P. Essas aves foram criadas nas mesmas condições que os animais submetidos aos tratamentos experimentais, recebendo ração basal até os 16 dias de idade e posteriormente foram alimentadas com a dieta purificada, até o final do período experimental. A composição química e percentual da ração purificada se encontram na tabela 4.

Tabela 4. Ingredientes e composição química da dieta purificada

Ingredientes	Purificada (%)
Amido	71,530
Açúcar	5,000
Óleo	5,000
Calcario Calcítico	1,040
Sal	0,450
Mistura Aminoacídica*	9,090
Indicador (Celite)	1,000
Sabugo de milho	6,500
Suplemento Mineral ¹	0,110
Suplemento Vitamínico ²	0,110
Cloreto Colina 60%	0,100
Antioxidante BHT	0,010
Salinomicina, 12% ³	0,055
Avilamicina, 20% ⁴	0,005
	100,00
Composição Calculada	
Cálcio (%)	0,410
Fósforo Disponível (%)	0,000

¹Premix mineral contendo por kg de ração: Ferro – 55,0 mg; Cobre - 11,0 mg; Manganês - 77,0 mg; Zinco – 71,5 mg; Iodo - 1,10 mg; Selênio – 0,330 mg;

² Suplemento vitamínico contendo por kg de ração: Vit. A - 8250 U.I.; Vit. D3 - 2090 U.I.; Vit. E - 31,0 U.I.; Vit. B1 - 2,20 mg; Vit. B2 - 5,50 mg; Vit. B6 - 3,08 mg; Vit. B12 - 0,013 mg; Ácido Pantotênico - 11,0 g; Biotina - 0,077 mg; Vit. K3 - 1,65 mg; Ácido Fólico - 0,77 mg; Ácido nicotínico - 33,0 mg;

³Anticoccidiano

⁴Antibiótico

A composição química e percentual da mistura aminoacídica utilizada na ração purificada se encontra na tabela 5.

Tabela 5. Mistura aminoacídica, isenta de fósforo.

Ingredientes	%
L-Lisina HCl	0,63
DL-Metionina	0,16
L-Cistina	0,16
L-Treonina	0,35
L-Triptofano	0,10
L-Arginina	0,53
L-Valina	0,40
L-Leucina	0,55
L-Isoleucina	0,33
L-Histidina	0,15
L-Fenilalanina	0,33
L-Tirosina	0,30
Ácido L-glutâmico	2,90
L-Alanina	0,55
L-Glicina	0,60

L-Prolina	0,20
Ácido L-Aspártico	0,60
NaHCO ₃	0,25
Total	9,09

O período experimental foi de 13 dias, com início aos 8 dias de idade das aves e, por conseguinte, ao final com 21 dias de idade. Os pintinhos foram transferidos do círculo de proteção para baterias metálicas aos 8 dias de idade, com fornecimento de água e ração *ad libitum*. Todas as unidades experimentais foram pesadas no início e ao final do experimento para determinar o ganho de peso, assim como toda a ração fornecida aos animais foi quantificada para determinar o consumo de ração. Tendo o ganho de peso e o consumo de ração dos animais, foi calculada a conversão alimentar das aves. No último dia experimental, as aves foram abatidas e o conteúdo de digesta da porção ileal próximo à região cecal (10 cm antes) foi coletado. As aves alimentadas com a ração purificada também foram abatidas e tiveram seu conteúdo de digesta ileal coletados. Foi realizada a coleta das tíbias de uma ave de cada unidade experimental, a fim de mensurar o teor de cinzas.

As tíbias coletadas foram colocadas em estufa a 55 °C para a realização de pré-secagem e posteriormente desengorduradas de acordo com o método de Thiex et al. (2003). As amostras de digesta ileal coletadas foram armazenadas em freezer (-18°C) e posteriormente liofilizadas.

As amostras de tíbia desengorduradas, das rações experimentais e de digesta ileal foram moídas em moinho do tipo bola e enviadas ao laboratório para serem analisadas. Todas as amostras foram analisadas no laboratório de nutrição animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa. As amostras foram submetidas às análises de matéria seca e do teor de fósforo total. Além disso, as amostras de tíbia foram submetidas à análise do teor de cinzas, todas de acordo com os métodos descritos por Silva e Queiroz (2002). As amostras de digesta ileal e das rações experimentais foram submetidas à análise para determinação de Cinza Insolúvel em Ácido (CIA) seguindo a metodologia descrita por Joselyn (1970).

A determinação do conteúdo de CIA presente na ração e digesta, teve o objetivo de calcular o fator de indigestibilidade. Os dados obtidos foram utilizados nas equações adaptadas por Sakomura e Rostagno (2016) para obtenção dos valores de fósforo digestível, aparente e estandardizada, dos alimentos.

Equações adaptadas para determinar os coeficientes de digestibilidade dos fosfatos:

$$FI1 = \frac{\%CIA\ Dieta}{\%CIA\ digesta}$$

$$FI2 = \frac{\%CIA\ dieta\ DIF}{\%CIA\ digesta\ DIF}$$

$$CDIap\ dieta = \frac{(P\ dieta(\%) - (P\ digesta(\%) \times FI1))}{P\ dieta(\%)} \times 100 \quad (1)$$

$$CDIe\ dieta = \frac{(P\ dieta(\%) - ((P\ digesta(\%) \times FI1) - (P\ endógeno \times FI2)))}{P\ dieta(\%)} \times 100 \quad (2)$$

$$CDIap\ alimento = \frac{(P\ alimento(\%) - (P\ digesta(\%) \times FI1))}{P\ dieta(\%)} \times 100 \quad (3)$$

$$CDIe\ alimento = \frac{(P\ alimento(\%) - ((P\ digesta(\%) \times FI1) - (P\ endógeno \times FI2)))}{P\ dieta(\%)} \times 100 \quad (4)$$

Onde:

FI1= Fator de Indigestibilidade 1

FI2= Fator de indigestibilidade 2

CIA= cinza insolúvel em ácido

CDIap= coeficiente de digestibilidade ileal aparente

CDIe= coeficiente de digestibilidade ileal estandardizada

O primeiro método de avaliação da digestibilidade dos fosfatos foi feito calculando a digestibilidade para cada tratamento (nível de fosfato) de acordo com as equações descritas e a média da digestibilidade dos dois níveis de cada fosfato foram tidas como o coeficiente de digestibilidade aparente e estandardizada.

O segundo método de avaliação da digestibilidade dos fosfatos consiste em determinar a digestibilidade ileal do fósforo por uma análise de regressão, conforme proposto pela WPSA (2013). A digestibilidade ileal de cada dieta foi calculada de acordo com a equação 1. Em seguida o valor de digestibilidade ileal da dieta foi transformada da base de % para g/kg de acordo com a seguinte equação:

$$D. \textit{ ileal} \left(\frac{g}{kg} \textit{ de dieta} \right) = CDIap \textit{ dieta} (\%) \times \frac{P \textit{ dieta}}{100} \quad (5)$$

Onde:

D.ileal = Digestibilidade ileal do P da dieta

P dieta = conteúdo total de P da dieta

As regressões para cada fosfato foram obtidas plotando-se os resultados de D.ileal (eixo y) com os valores do conteúdo de P suplementado pelas fontes estudadas (tratamentos; eixo x). Os valores dos coeficientes angulares das regressões encontradas multiplicado por 100 representam o resultado percentual da digestibilidade ileal dos fosfatos.

Os parâmetros avaliados (ganho de peso, conversão alimentar e cinzas na tibia) foram utilizados para o cálculo de biodisponibilidade das fontes de fósforo. A ração basal foi considerada como o nível 0% de fósforo para todas as fontes. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e de regressão linear e equações lineares com os três níveis de fósforo proveniente de cada fosfato (0%, 0.075% e 0.15%) foram geradas para cada parâmetro avaliado. O cálculo de biodisponibilidade foi realizado pela relação dos coeficientes de regressão dos fosfatos analisados e do fosfato padrão (FB), como proposto por Sakomura e Rostagno (2016).

Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o procedimento PROC GLM e as regressões foram estimadas utilizando o procedimento PROC reg, do pacote estatístico SAS (SAS Institute, Inc., 2010).

RESULTADOS

Os valores médios de ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar e teor de cinzas na tibia avaliados de cada tratamento se encontram na tabela 6.

Tabela 6. Médias dos parâmetros de desempenho (ganho de peso em g, consumo de ração em g e conversão alimentar) e do conteúdo de cinzas na tíbia (g/kg) de frangos de corte no período de 08 a 21 dias de idade.

Tratamento	Ganho de Peso (g)	Consumo de Ração (g)	Conversão Alimentar	Cinzas na Tíbia (g/kg)
T1 - Ração Basal (0,0%)	635	881	1,387	328,9
T2 - F. Bicálcico (0,075%)	643	877	1,364	383,1
T3 - F. Bicálcico (0,150%)	714	966	1,352	436,0
T4 - F. Monobicálcico (0,075%)	656	868	1,347	410,0
T5 - F. Monobicálcico (0,150%)	727	995	1,345	454,2
T6 - F. Monocálcico (0,075%)	653	873	1,337	373,2
T7 - F. Monocálcico (0,150%)	736	966	1,320	442,9
T8 - F. Monossódico (0,075%)	646	880	1,364	402,9
T9 - F Monossódico (0,150%)	723	957	1,323	437,7

Para estimar as equações, os níveis de P disponível dos fosfatos foram transformados de % para g/kg

Os animais submetidos aos tratamentos com nível maior de inclusão de fósforo (0,300%), tiveram melhor desempenho em relação aos animais dos tratamentos com menor nível de inclusão (0,225%). Os valores médios dos tratamentos foram utilizados para estimar as equações de regressão linear dos fosfatos, utilizando o fosfato bicálcico como padrão. Os contrastes ortogonais para efeitos de ordem dos parâmetros ($\alpha= 5\%$) encontram-se na tabela 7.

Tabela 7. Contrastes ortogonais para efeitos de ordem ($\alpha= 5\%$) linear e quadrática.

Fontes de Fósforo	Ganho de Peso		Conversão Alimentar		Cinzas na Tíbia	
	Linear	Quadrático	Linear	Quadrático	Linear	Quadrático
FB	P<0,01	P=0,22	P<0,01	P=0,57	P<0,01	P=0,05
FMBC	P<0,01	P=0,09	P=0,05	P=0,11	P<0,01	P=0,05
FMC	P=0,02	P=0,20	P=0,02	P=0,43	P<0,01	P=0,12
FMS	P<0,01	P=0,03	P<0,01	P=0,85	P<0,01	P=0,07

L= Efeito de ordem Linear

Q= Efeito de ordem Quadrática

Para todos os parâmetros avaliados foi encontrado efeito significativo para equações de natureza linear, e em alguns casos o efeito de ordem quadrático não foi significativo, portanto as equações determinadas foram todas lineares e a biodisponibilidade foi calculada a partir delas.

As equações de regressão linear das fontes de fósforo foram avaliadas em cada parâmetro e se encontram na tabela 8.

Tabela 8. Equações de regressão linear das fontes de fósforo avaliadas.

Fontes de Fósforo	GP	CA	CT
FB	$\hat{y} = 624,93 + 52,55x$ $r^2 = 0,83$	$\hat{y} = 1,396 - 0,032x$ $r^2 = 0,92$	$\hat{y} = 332,17 + 69,70x$ $r^2 = 0,99$
FMB	$\hat{y} = 627,08 + 61,15x$ $r^2 = 0,91$	$\hat{y} = 1,391 - 0,037x$ $r^2 = 0,79$	$\hat{y} = 335,06 + 80,50x$ $r^2 = 0,97$
FMC	$\hat{y} = 624,67 + 66,81x$ $r^2 = 0,88$	$\hat{y} = 1,392 - 0,053x$ $r^2 = 0,90$	$\hat{y} = 325,57 + 76,19x$ $r^2 = 0,98$
FMS	$\hat{y} = 624,11 + 58,70x$ $r^2 = 0,84$	$\hat{y} = 1,400 - 0,051x$ $r^2 = 0,99$	$\hat{y} = 334,05 + 75,17x$ $r^2 = 0,96$

*efeito de ordem Linear (P<0,001)

Verificou-se que todos os fosfatos avaliados obtiveram resultados superiores para ganho de peso, conversão alimentar e teor de cinzas na tibia em relação ao fosfato bicálcico (padrão). As regressões foram plotadas em gráficos para melhor comparação entre as fontes.

Gráfico 1. Regressão ganho de peso vs nível de P

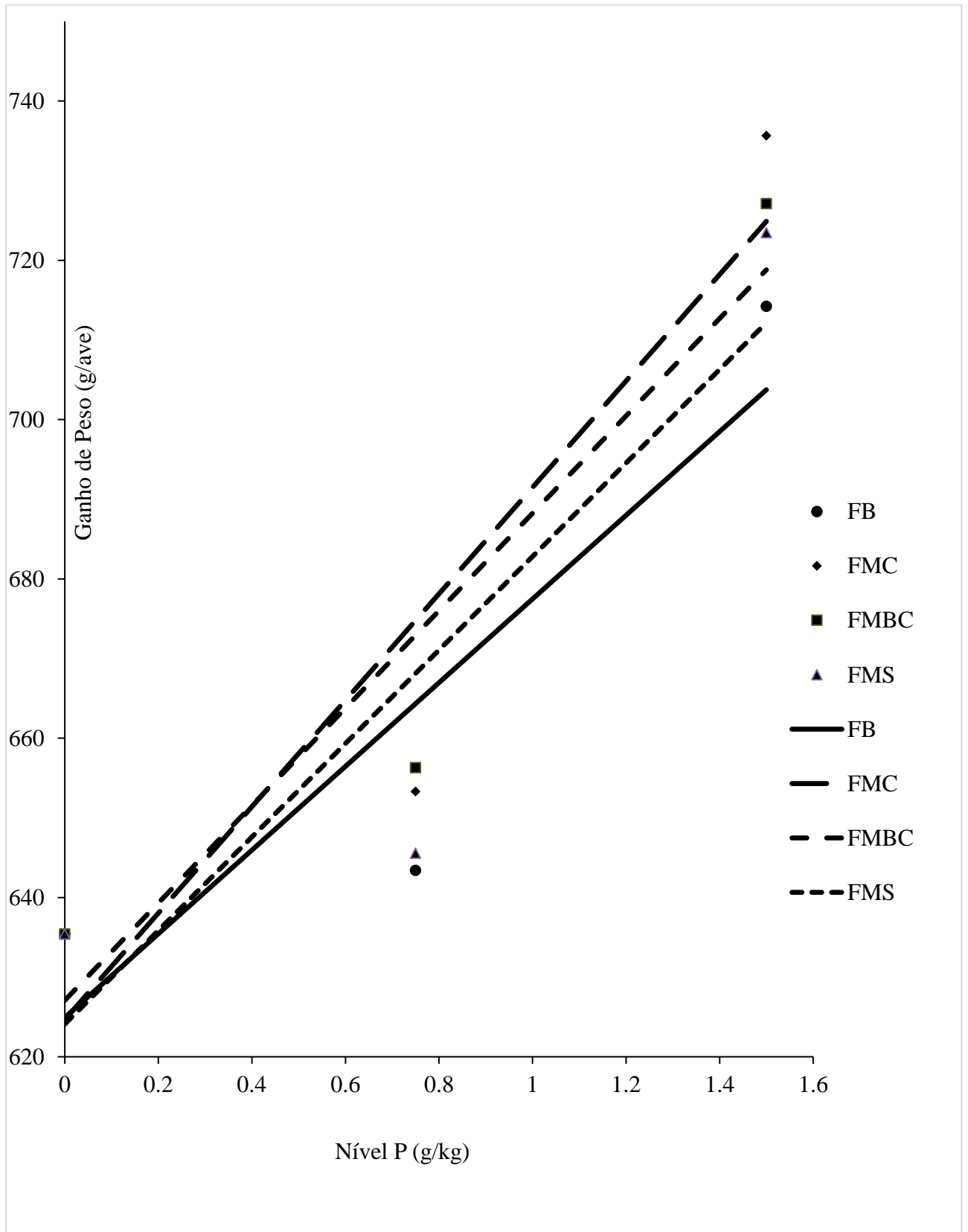


Gráfico 2. Regressão Conversão Alimentar vs nível de P

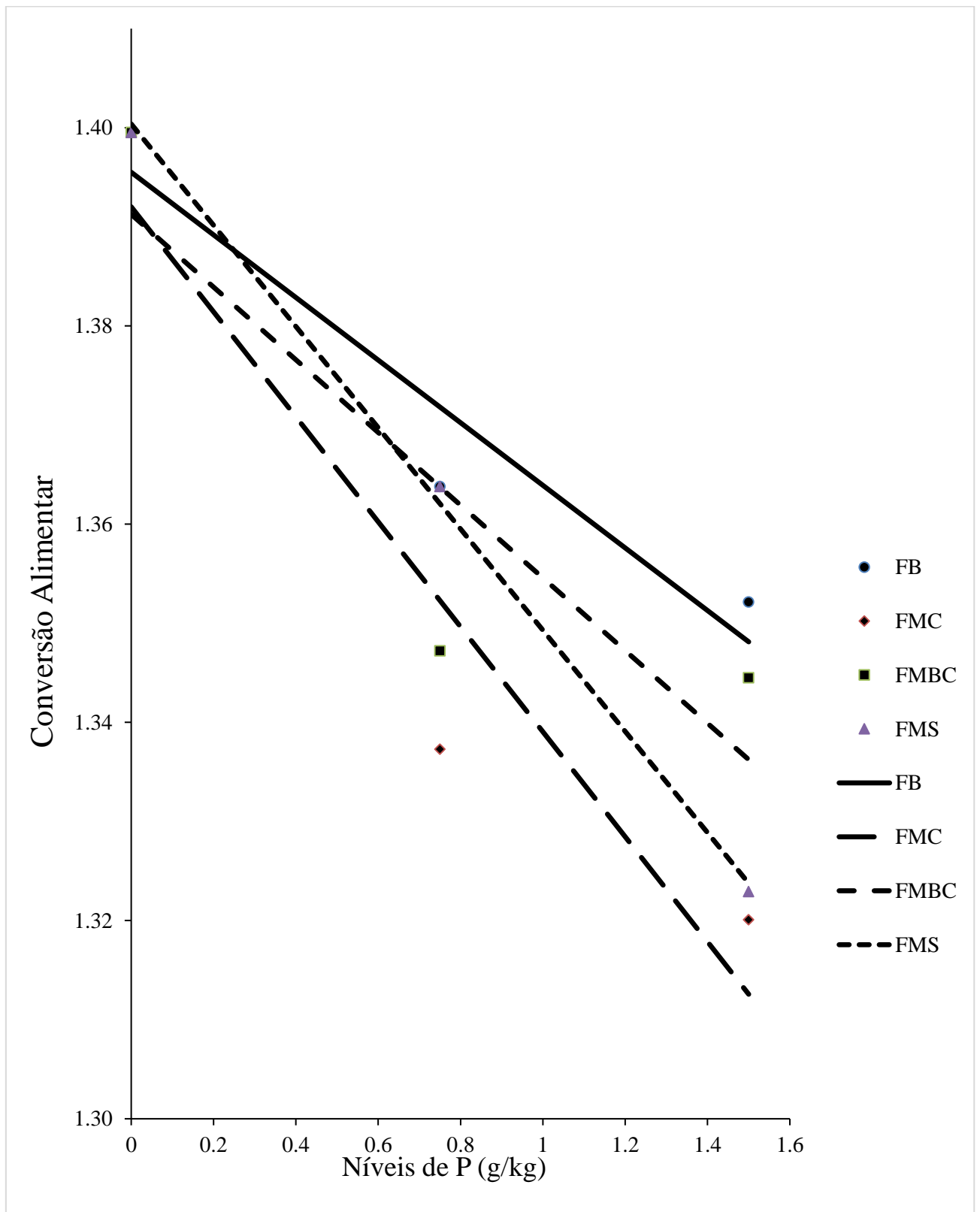
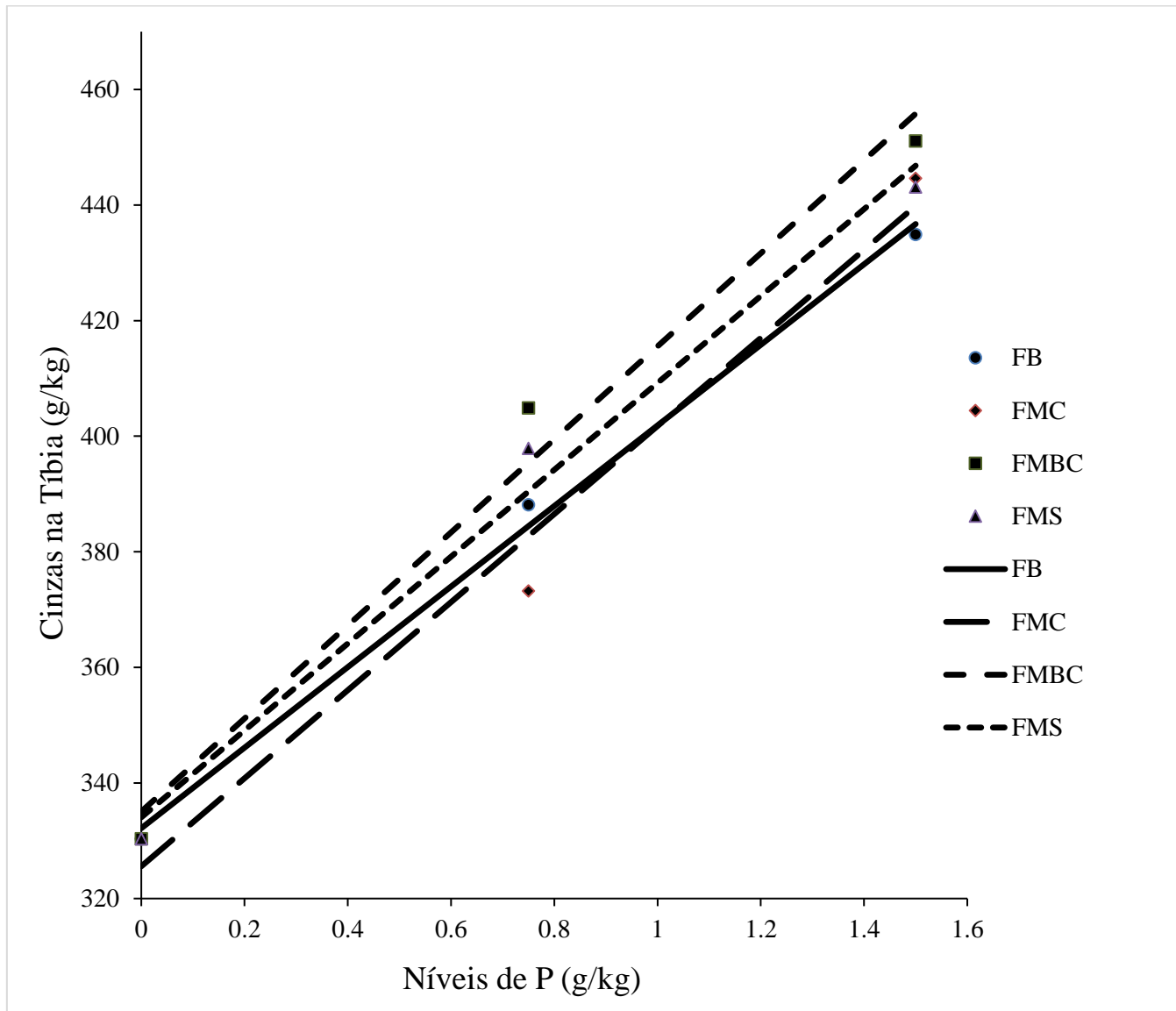


Gráfico 3. Regressão Cinzas na Tíbia vs nível de P



A biodisponibilidade foi calculada a partir da relação dos coeficientes angulares dos fosfatos testes com o fosfato padrão, os resultados se encontram na tabela 9.

Tabela 9. Valores de biodisponibilidade determinados a partir da relação dos coeficientes angulares das regressões.

Fontes de Fósforo	Biodisponibilidade (%)			
	Ganho de Peso	Conversão Alimentar	Cinzas na Tíbia	Média
FB	100	100	100	100
FMBC	116	116	117	116
FMC	127	168	106	134
FMS	112	162	102	125

Os animais submetidos à ração purificada foram utilizados para o cálculo da perda endógena de fósforo. A quantidade de fósforo endógeno determinada foi de 110 mg/kg de matéria seca ingerida.

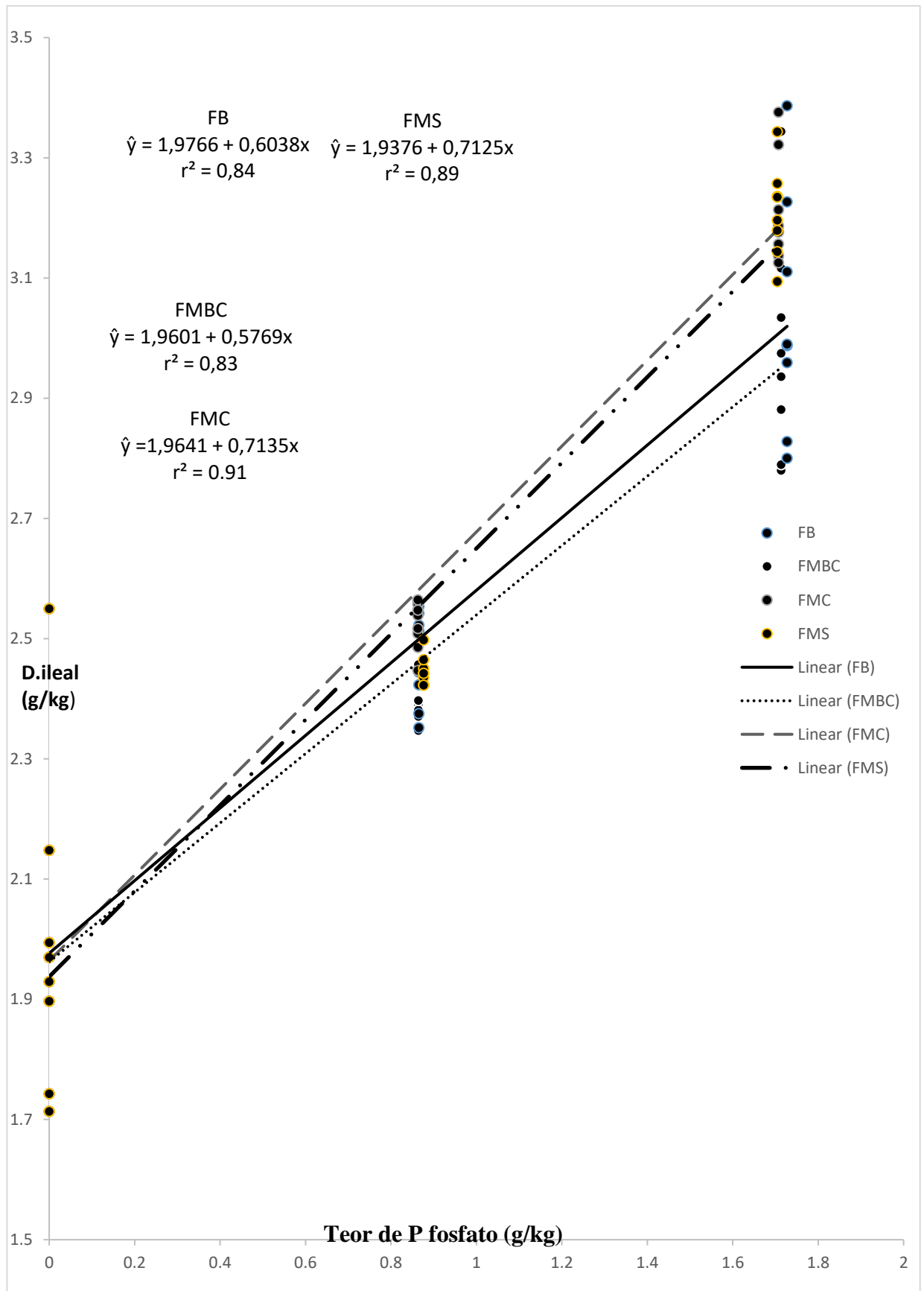
Os valores encontrados de CDIap das dietas e do teor de P analisado das dietas foram utilizados para calcular a D.ileal (g/kg dieta), os resultados se encontram na tabela 10.

Tabela 10. Valores D.ileal (g/kg) e do teor de P dos fosfatos em base da MS

Repetição	Dietas								
	Basal	FB		FMBC		FMC		FMS	
	0	0,075	0,15	0,075	0,15	0,075	0,15	0,075	0,15
1	1,7	2,5	3,4	2,4	2,9	2,6	3,2	2,4	3,1
2	1,9	2,4	3,0	2,5	3,1	2,5	3,2	2,4	3,3
3	2,1	2,4	3,2	2,3	2,8	2,5	3,4	2,4	3,2
4	2,0	2,6	3,1	2,4	2,8	2,5	3,1	2,5	3,1
5	1,9	2,4	3,0	2,4	3,3	2,4	3,2	2,5	3,3
6	2,6	2,4	3,0	2,5	3,0	2,6	3,3	2,4	3,2
7	1,7	2,5	2,8	2,4	3,0	2,5	3,2	2,4	3,2
8	2,0	2,5	2,8	2,4	2,9	2,5	3,1	2,5	3,2
P fosfato (g/kg)	0	0,87	1,73	0,86	1,71	0,86	1,71	0,88	1,70

Os valores de D.ileal e do teor de P dos fosfatos foram utilizados para o cálculo das regressões de cada fosfato. As regressões encontradas estão apresentadas no gráfico 4.

Gráfico 4. Regressão Digestibilidade ileal dieta vs nível de P



Os resultados de digestibilidade ileal aparente, digestibilidade ileal estandardizada e digestibilidade ileal calculada pelo método de regressão estão apresentadas na tabela 11.

Tabela 11. Valores de digestibilidade ileal aparente, estandardizada e pelo coeficiente de regressão

Fontes de Fósforo	Dig. Ileal aparente (%)			Dig. Ileal estandardizada (%)			Dig. Ileal regressão (%)
	0,225	0,300	Média	0,225	0,300	Média	-
FB	55	60	58	67	71	69	60
FMBC	47	58	53	60	64	62	58
FMC	61	71	66	74	78	76	71
FMS	52	71	62	64	78	71	71

Os valores de digestibilidade de todos os fosfatos foram maiores nos níveis de 0,300% de Pd em relação ao nível menor de inclusão, de 0,225% de Pd. Ao calcular a digestibilidade pelas médias dos níveis, tanto a aparente quanto a estandardizada, o FMC foi o que obteve maior valor, seguido do FMS, FB e FMBC, respectivamente. Ao avaliar pelo método da regressão, o FMC e o FMS tiveram o mesmo valor de digestibilidade, seguidos do FB e do FMBC.

DISCUSSÃO

Independente do fosfato avaliado no experimento, todos os animais submetidos aos tratamentos com maior nível de inclusão de fósforo (0,300%) responderam melhor nos parâmetros de desempenho (ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar) em comparação aos animais dos tratamentos com menor nível de inclusão (0,225%). Esse fato pode ser explicado pela maior digestibilidade do fósforo nas aves consumindo as dietas contendo níveis superiores de inclusão, tendo influência direta no desempenho produtivo. Coon et al. (2007) observou o mesmo padrão ao avaliar níveis de fósforo disponível e diferentes fontes para frangos de corte, encontrando melhores resultados à medida que se aumentava o nível de fósforo (0,01% até 0,36%) até a exigência recomendada para os animais, sendo um consumo de ração 41g superior e um ganho de peso diário de 49g a mais do maior nível para o menor. Garcia (2006) observou aumento

significativo no ganho de peso e no consumo de ração das aves de 8 a 15 dias de idade ao aumentar o nível de fósforo disponível das dietas de 0,22% para 0,34%, com as três fontes avaliadas (fosfato bicálcico, fosfato tricálcico e K_2HPO_4). Esses resultados evidenciam a importância do fósforo no controle da ingestão alimentar. Garzillo (1996) observou que baixos níveis de fósforo reduziram o metabolismo basal e também o apetite dos animais.

Além do desempenho ter sido maior nas aves dos tratamentos com 0,300% de fósforo disponível, o teor de cinzas na tíbia também foi superior nessas aves. Berner e Shike (1988) indicaram que o equilíbrio do fósforo nos animais é regulado pelo trato intestinal, rins e ossos, portanto a adição do mineral até a exigência é utilizada para manter os níveis séricos e acúmulo nos ossos. Queiroz et al. (2008) observaram resultados superiores de cinzas na tíbia nas aves ao aumentar o nível de fósforo de 0,3% para 0,4% e atribuíram essa diferença pelo consumo de ração. Lima (1997) também encontrou resultados significativos para o teor de cinzas quando aumentou o nível de fósforo suplementado, de 35,9% no nível de 0,1% para 43% no nível de 0,3%.

Os valores de biodisponibilidade encontrados quando a conversão alimentar foi utilizada foram superiores aos outros parâmetros, que variou de 116% (FMBC) para 168% (FMC). Observa-se que ao utilizar teor de cinzas na tíbia como forma de avaliação, a amplitude dos valores de biodisponibilidade é menor (102% para o FMS a 117% para o FMBC) comparado aos outros dois parâmetros utilizados. A biodisponibilidade é uma medida comparativa entre fontes distintas contra uma fonte padrão, sendo influenciada por diversos fatores, inclusive o parâmetro escolhido para sua determinação. Ravidran (1995) ao realizar um estudo sobre avaliação dos critérios utilizados para calcular a biodisponibilidade do fósforo para frangos de corte, observou que o teor de cinzas e força de cisalhamento tanto da tíbia quanto do dedo do pé são parâmetros que respondem de maneira consistente ao incremento dos níveis de fósforo, com menores valores do erro padrão e intervalo de confiança. Lima (1997) utilizou dos parâmetros ganho de peso e teor de cinzas na tíbia, encontrando maiores valores de biodisponibilidade (97,1% a 110,4%) para o ganho de peso do que o teor de cinzas (80,3% a 107,8%).

O FMC foi o que proporcionou maior biodisponibilidade quando avaliado pelo ganho de peso e conversão alimentar, em comparação ao FMS e FMBC, respectivamente. Apesar de apresentar o menor valor de biodisponibilidade quando analisados pelo ganho de peso e pela conversão alimentar, o FMBC proporcionou a maior biodisponibilidade do

fósforo quando avaliado pelo teor de cinzas na tibia, evidenciando a variabilidade desta forma de avaliação de disponibilidade do fósforo. Cortelazzi (2006) avaliou fosfatos bicálcicos produzidos nos Estados Unidos e no Brasil, monobicálcico e monossódico, utilizando o fosfato bicálcico quimicamente puro como padrão. Constatou maior biodisponibilidade (média entre os valores encontrados para ganho de peso e teor de cinzas na tibia) para o fosfato monossódico (105,6%), valores inferiores ao padrão para os fosfatos bicálcicos, tanto para o americano quanto para o brasileiro (78% e 79,6% respectivamente) e valor superior para o fosfato monobicálcico (88,1%) em relação aos fosfatos bicálcicos avaliados. Apesar dos valores numéricos obtidos serem diferentes, os dados mostram que Cortelazzi (2006) também encontrou resultados superiores de biodisponibilidade para os fosfatos monobicálcico e monossódico em relação ao fosfato bicálcico.

A digestibilidade do fósforo proveniente dos diferentes fosfatos avaliados seguiu um padrão em ambos os métodos utilizados. O FMC apresentou maior digestibilidade ileal aparente e ileal estandardizada, quando a média entre os níveis foi realizada, em comparação ao FMS, FB e FMBC, respectivamente. Ao avaliar pelo método da regressão, proposto pela WPSA (2013), o FMC continua sendo o mais digestível, mas o FMS também apresenta o mesmo valor de digestibilidade, de 71%, e ambos são superiores ao FB e FMBC, respectivamente.

Os valores encontrados para a digestibilidade do fósforo do FB e FMBC neste estudo são inferiores aos encontrados nas Tabelas Brasileiras para aves e suínos (Rostagno et al., 2011), sendo 70% e 85%, respectivamente, podendo ser por influência do sabugo de milho utilizado como inerte nas dietas experimentais. O teor de fibra do sabugo de milho é alto, cerca de 32% na matéria seca (Ziglio et al., 2007), o que pode ter influenciado na digestibilidade da ração e conseqüentemente na digestibilidade do fósforo.

Os dois métodos de avaliação se mostraram eficientes na determinação da digestibilidade do fósforo, pois apesar de resultados diferentes, apresentaram o mesmo padrão na resposta das diferentes fontes. Na metodologia proposta por Sakomura e Rostagno (2016) é necessária a determinação das perdas endógenas para avaliar a digestibilidade ileal estandardizada das fontes estudadas, o que implica na utilização de um tratamento com uma dieta purificada. Na metodologia proposta pela WPSA (2013),

ao calcular uma regressão linear para avaliar a digestibilidade ileal do fósforo deve ser utilizada uma ração basal com baixa concentração de fósforo e no mínimo dois níveis de P provenientes da fonte estudada, sendo que o nível mais alto estudado seja inferior à exigência de P das aves, isto implica que a correção para perdas endógenas não é necessária. Porém, nota-se que os valores obtidos de digestibilidade do fósforo avaliados pelo cálculo da regressão se assemelham aos resultados de digestibilidade ileal aparente, evidenciando que as perdas endógenas devem ser levadas em consideração se o objetivo for encontrar a digestibilidade ileal estandardizada e não apenas a comparação entre fontes.

CONCLUSÃO

A biodisponibilidade do fósforo dos fosfatos deve ser utilizada de acordo com o objetivo da produção dos animais, maior ganho de peso, conversão alimentar ou teor de cinzas na tibia. A média da biodisponibilidade do fósforo proveniente dos fosfatos avaliados pelo ganho de peso, conversão alimentar e teor de cinzas na tibia, comparados com o FB padrão é: 116% para o FMBC, 134% para o FMC e 125% para o FMS.

Os dois métodos utilizados para avaliar a digestibilidade ileal do fósforo são eficientes para comparação entre diferentes fontes de fósforo. A digestibilidade ileal verdadeira do fósforo proveniente dos fosfatos, avaliados pela média entre os níveis é: 69% para o FB, 62% para o FMBC, 76% para o FMC e 71% para o FMS. A digestibilidade ileal do fósforo proveniente dos fosfatos, avaliado pelo método de regressão é: 60% para o FB, 58% para o FMBC, 71% para o FMC e 71% para o FMS.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abelson, P. H. 1999. **A potential phosphate crisis.** Science 283:2015.
- Berner, Y. N., and M. Shike. 1988. **Consequences of phosphate imbalance.** Annu. Rev. Nutr. 8:121–148.
- Cardoso, J. L. A. **Produção, processamento e perspectivas do fosfato na alimentação animal.** In: Mini Simpósio do Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 6., 1991, Campinas. Anais... Campinas: CBNA, 1991. p. 35-52.

Coon, C. N., Seo, S., and Manangi, M. K. **The Determination of Retainable Phosphorus, Relative Biological Availability, and Relative Biological Value of Phosphorus Sources for Broilers.** 2007 Poultry Science 86:857–868

Coon, C., K. Leske, and S. Seo. **The availability of calcium and phosphorus in feedstuffs.** Pages 151–179 in Poultry Feedstuffs: Supply, Composition and Nutritive Value. 2002. J. M. McNab and K. N. Boorman, ed. CABI Pub, New York, NY.

CORTELAZZI, C.Q.L. **Fósforo disponível para frangos de corte em fosfatos para alimentação animal.** Pirassununga: Universidade de Sao Paulo, 2006. 62p. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Universidade de Sao Paulo, 2006.

Garcia, A. R.; Batal, A. B.; Dale, N. M. **Biological Availability of Phosphorus Sources in Prestarter and Starter Diets for Broiler Chicks.** 2006 J. Appl. Poult. Res. 15:518–524.

Garzillo, J.M.F. **Parâmetros biológicos usados na avaliação da biodisponibilidade do fósforo para frangos de corte em fosfatos comerciais e em fosfatos de rocha.** 1996. 120p. Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo, São Paulo.

Huyghebaert, G.; De Groote, G.; Keppens, L. **The relative biological availability of phosphorus in feed phosphates for broilers.** Annales de Zootechnie, v. 29, p. 245-263, 1980.

Joselyn, M.A. **Methods in Food Analysis-Physical, Chemical, and Instrumental Methods of Analysis.** 2nd ed. New York, Ac. Press. 1970.

Lima, F. R., Mendonça, C. X. JR., Alvarez, J. C., Garzillo, J.M.F., Ghion, E. and Leal, P. M. **Biological Evaluations of Commercial Dicalcium Phosphates as Sources of Available Phosphorus for Broiler Chicks.** 1997 Poultry Science 76:1707–1713

Queiroz, L. S. B.; Beterchini, A. G.; Rodrigues, P. B.; Guerreiro, M. C. **Utilização de fosfatos comerciais para frangos de corte na fase inicial.** Pesq. agropec. Bras. Brasília, v.43, n.10, p.1421-1427, out. 2008.

Ravidran, V.; Kornegay, E. T.; Potter, L.M.; Ogunabameru, B. O.; Welten, M. K.; Wilson, J. H.; Potchanakorn, M. **An Evaluation of Various Response Criteria in**

Assessing Biological Availability of Phosphorus for Broilers. 1995 Poultry Science 74:1820-1830.

Ravindran, V., L. I. Hew, G. Ravindran, and W. L. Bryden. **A comparison of ileal digesta and excreta analysis for the determination of amino acid digestibility in food ingredients for poultry.** 1999. Br. Poult. Sci. 40:266–274.

Rostagno, H. S.; Albino, L. F. T.; Donzele, J. L.; Gomes, P. C.; Oliveira, R. F.; Lopes, D. C.; Ferreira, A. S.; Barreto. S. L. T.; Euclides, R. F. **Brazilian tables for poultry and swine: composition of feedstuffs and nutritional requirements.** 2011 .3rd edition, Viçosa: UFV. 252 p.

Sakomura, N. K. and H. S. Rostagno. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos.** Editor FUNEP, Jaboticabal. 2016.

SAS Institute, Inc. **SAS OnlineDoc ® Version 9.1.3.** SAS Institute, Inc. 2010, Cary, NC, USA.

Silva, D. J., and A. C. Queiroz. **Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos).** 2002. 3^{ed}.Viçosa: UFV, 235p

Smith, V.H., Tilman, G.D., Nekola, J.C. **Eutrophication: impacts of excess nutrient inputs on freshwater, marine, and terrestrial ecosystems.** Environ. Pollut. 1999. 100, 17–196.

Teixeira, A.O.; Lopes, D.C.; Ribeiro, M.C.T. et al. **Composição química de diferentes fontes de fósforo e deposição de metais pesados em tecidos de suínos.** Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v.57, n.4, 502-509, 2005.

Thiex, Nancy J., Shirley Anderson, and Bryan Gildemeister. **Crude fat, diethyl ether extraction, in feed, cereal grain, and forage (Randall/Soxtec/submersion method): collaborative study.** *Journal of AOAC International* 86.5 (2003): 888-898.

Underwood, E.J.; Suttle, N.F. **The Mineral Nutrition of Livestock.** 3rd edition. NY: CABI Publishing, 1999. 598p.

World's Poultry Science Association (WPSA). **Determination of phosphorus availability in poultry.** Working group no. 2 (Nutrition) of the European Federation of Branches of WPSA. 2013. Worlds Poult. Sci. J. 69:687–698.

Ziglio, B. R.; Bezerra, J. R. M. V.; Branco, I. G.; Bastos, R.; Rigo, M. **Elaboração de pães com adição de farinha de sabugo de milho.** Revista Ciências Exatas e Naturais, Vol.9 n° 1, Jan/Jun 2007.