

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

**AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DO FARELO DE ARROZ DESENGORDURADO
EM SUÍNOS NAS FASES DE CRESCIMENTO E TERMINAÇÃO UTILIZANDO
O MÉTODO DE SUBSTITUIÇÃO E A ANÁLISE DE REGRESSÃO**

MARCO ANTÔNIO KUNRATH
Zootecnista/UFSM

Dissertação apresentada como um dos requisitos à obtenção do Grau de
Mestre em Zootecnia
Área de Concentração Produção Animal

Porto Alegre (RS), Brasil
Fevereiro de 2010

AGRADECIMENTOS

À Deus, pela saúde, pelo entusiasmo e pela alegria em viver.

Ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, pela oportunidade de realizar esse curso.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq, pela bolsa concedida.

Aos professores Alexandre e Andréa, que na figura de meus mestres e orientadores, transmitiram ensinamentos valiosos e tornaram-se grandes incentivadores e verdadeiros amigos. Muito obrigado.

A toda minha família, em especial aos meus pais Elmar e Irene e as minhas irmãs Marcia e Marta, pelo amor, exemplo e incentivo desde os meus primeiros passos lá no Faxinal. A eles, minha eterna admiração e gratidão.

A minha namorada Ana, pelo amor, afeto e apoio nesse período.

Aos colegas do Lezo, pós-graduandos e bolsistas, pela colaboração, compreensão e pela sólida e importante amizade construída. Juntamente com os professores, constituímos uma grande família.

Às secretárias do PPG em Zootecnia Ione e Maria, e às funcionárias do Laboratório de Nutrição Animal, Mônica, Letícia, Cláudia e Vanessa, pelo auxílio e amizade.

Aos amigos e colegas do PPG em Zootecnia, pelo coleguismo e amizade.

Ao funcionário Lauro, pela amizade e colaboração nas tarefas pesadas.

E a todos que de alguma forma contribuíram para a concretização desse trabalho.

AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DO FARELO DE ARROZ DESENGORDURADO EM SUÍNOS NAS FASES DE CRESCIMENTO E TERMINAÇÃO UTILIZANDO O MÉTODO DE SUBSTITUIÇÃO E A ANÁLISE DE REGRESSÃO¹

Autor: Marco Antônio Kunrath

Orientador: Prof. Alexandre de Mello Kessler

RESUMO

A avaliação de alimentos alternativos como o farelo de arroz desengordurado (FAD) se faz necessária para um adequado balanço nutricional das dietas de suínos. As metodologias usadas para esse fim podem constituir-se num fator de variação, diminuindo a precisão dos resultados obtidos. Este trabalho teve os objetivos de avaliar o valor nutricional do FAD na dieta de suínos com diferentes níveis de inclusão e também fazer uma comparação de diferentes metodologias usadas para esse fim. Foram realizados dois ensaios de digestibilidade com suínos na fase de crescimento e terminação, utilizando níveis crescentes de substituição (0, 15, 30 e 45%) de uma dieta-referência por FAD. O coeficiente de digestibilidade da matéria seca do ingrediente foi de 57% e o valor de energia metabolizável foi em torno de 2350 kcal kg⁻¹, em ambas as fases. O coeficiente de digestibilidade da PB, na fase de terminação, foi de 65%, superior em 8 pontos percentuais à fase de crescimento. O método mais preciso para estimar o valor nutricional do FAD foi o da análise de regressão, comparado ao método de substituição.

¹ Dissertação de Mestrado em Zootecnia – Produção Animal, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil (72p.) Fevereiro, 2010.

NUTRITIONAL EVALUATION OF DEFATTED RICE BRAN IN GROWING AND FINISHING PIGS USING THE SUBSTITUTION METHOD AND REGRESSION ANALYSIS²

Author: Marco Antônio Kunrath

Adviser: Prof. Alexandre de Mello Kessler

ABSTRACT

The evaluation of by-products such as defatted rice bran (DRB) is necessary for an adequate nutritional balance of diets for pigs. The methodologies used for this purpose may constitute a source of variation. This study aimed to evaluate the nutritional value of the DRB in the diet of pigs with different levels of inclusion and also to compare the different methodologies used in this evaluation. There were two digestibility trials with pigs in the growing and finishing phase, using increasing levels of substitution (0, 15, 30 and 45%) of the reference diet by DRB. The digestibility of dry matter of the ingredient was 57% and the amount of metabolizable energy was around 2350 kcal kg⁻¹, in both phases. The digestibility of crude protein, in the finishing phase was 65%, 8 percentage points higher than in the growing phase. The most accurate method to assess the nutritional value of DRB was the regression analysis, compared to the method of substitution.

² Master of Science dissertation in Animal Science, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil (72p.) February, 2010

SUMÁRIO

CAPÍTULO I	1
1 INTRODUÇÃO.....	2
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	4
2.1 Extração e composição do farelo de arroz	4
2.2 Farelo de arroz desengordurado na alimentação de suínos	6
2.3 Metodologias para estimar o valor nutricional de alimentos.....	13
3 HIPÓTESES E OBJETIVOS	18
CAPÍTULO II	19
CAPÍTULO III	40
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	41
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	42
APÊNDICE	47

LISTA DE ABREVIATURAS

AGV	Ácidos graxos voláteis
AOAC	Association of Official Agricultural Chemists
DRB	Defatted rice bran
EB	Energia bruta
ED	Energia digestível
EE	Extrato etéreo
EM	Energia metabolizável
FAD	Farelo de arroz desengordurado
FAI	Farelo de arroz integral
FDA	Fibra em detergente ácido
FDN	Fibra em detergente neutro
MO	Matéria orgânica

RELAÇÃO DE TABELAS

CAPÍTULO I

Tabela 1 - Composição bromatológica do farelo de arroz desengordurado de acordo com diferentes autores.....6

CAPÍTULO II

Tabela 1 - Ingredientes, composição calculada e analisada da dieta-referência e composição analisada do farelo de arroz desengordurado (FAD).....34

Tabela 2 - Consumo de matéria seca, digestibilidade e metabolizabilidade aparente e valor de energia digestível e metabolizável de dietas contendo níveis crescentes de farelo de arroz desengordurado (FAD) para suínos na fase de crescimento e terminação.....35

Tabela 3 - Digestibilidade e metabolizabilidade aparente e valor de energia digestível e metabolizável do farelo de arroz desengordurado (FAD) para suínos na fase de crescimento e terminação utilizando o método de substituição.....36

Tabela 4 - Equação de regressão linear para estimativa da digestibilidade e metabolizabilidade aparente e do valor de energia digestível e metabolizável do farelo de arroz desengordurado (FAD) para suínos na fase de crescimento e terminação.....37

RELAÇÃO DE FIGURAS

CAPÍTULO I

Figura 1 - Representação esquemática da fração dos carboidratos da dieta....8

Figura 2 - Teste de Lucas para determinar a digestibilidade verdadeira e perda fecal endógena.....16

CAPÍTULO I

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, a alimentação de suínos é composta majoritariamente por milho (ao redor de 65%) e farelo de soja (18%). A oscilação nos preços aliada à crescente demanda desses ingredientes na alimentação humana e na produção de biocombustíveis têm estimulado a busca por alimentos alternativos. Os mesmos devem atender às necessidades nutricionais dos animais, terem disponibilidade comercial e possuir viabilidade econômica.

O estado do Rio Grande do Sul é o principal produtor de arroz irrigado do país com uma produção anual de 7,8 milhões de toneladas (CONAB, 2009). No processo de beneficiamento desse cereal para o consumo humano é obtido o farelo de arroz integral (FAI). Porém, devido a grande quantidade de óleo e à susceptibilidade do mesmo sofrer rancificação, o tempo de armazenagem é reduzido (Luchese & Justino, 2003). A alternativa técnica é a extração do óleo do FAI, produzindo assim o farelo de arroz desengordurado (FAD), que é um subproduto com um adequado perfil nutricional e que pode ser utilizado na matriz nutricional dos suínos (Rostagno, 2005). Porém, os efeitos adversos do elevado teor de fibra, juntamente com os polissacarídeos não-amiláceos (PNA), e a presença de ácido fítico são limitantes para suínos e merecem um estudo mais detalhado (Le Goff, 2002b; Selle et al., 2000).

A moderna nutrição de suínos, também chamada de nutrição de precisão, é altamente dependente da real composição química dos ingredientes da dieta, bem como dos valores de digestibilidade e disponibilidade dos nutrientes. Nos ensaios de metabolismo, os ingredientes-teste são fornecidos aos animais misturados com uma dieta-referência para a obtenção dos valores de nutrientes digestíveis dos primeiros, em suínos. A metodologia usada para esse fim pode ser um fator de variação nesta avaliação. Além disso, o nível do ingrediente-teste também pode exercer um efeito deletério sobre a digestibilidade dos nutrientes da dieta (Campbell et al., 1983), o que pode ser explicado pela presença de fatores antinutricionais ou excessos de alguns nutrientes.

Portanto, essa dissertação teve por objetivo avaliar a influência do peso vivo dos animais sobre o valor nutricional do FAD e fazer uma comparação dos métodos de substituição e análise de regressão usados para esse fim.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Extração e composição do farelo de arroz

O arroz é o terceiro cereal mais produzido no mundo e a principal fonte de energia da metade da população mundial. A produção nacional de arroz para a safra 2008/2009 foi de 12,6 milhões de toneladas, sendo que 62% dessa produção, ou seja, 7,8 milhões de toneladas foram oriundas do estado do Rio Grande do Sul (CONAB, 2009).

Do beneficiamento desse cereal são obtidos vários subprodutos que não são destinados à alimentação humana, podendo ser utilizados na alimentação animal. Nesse processo é obtido cerca de 8% de FAI, um subproduto do polimento do arroz após remoção da casca, sendo constituído da camada intermediária entre a casca e o endosperma. É formado pelo pericarpo, testa, aleurona e gérmen, além de quantidade variável de amido, dependendo do grau de extração (Domene, 1996).

Considerando um beneficiamento de 7,8 milhões de toneladas de arroz ao ano e adotando um fator de 8% para a produção de farelo, estariam disponíveis aproximadamente 624 mil toneladas de FAI em nosso estado. O FAI apresenta composição química variável apresentando em média 89,3% de matéria seca (MS), 13,2% de proteína bruta (PB), 21,3% de fibra em

detergente neutro (FDN); 12,6% de fibra em detergente ácido (FDA), 14,8% de extrato etéreo (EE) e 4394kcal kg⁻¹ de energia bruta (EB) (Rostagno et al., 2005). Entretanto, o mesmo está sujeito à rancificação devido a grande quantidade de óleo e à presença da enzima lipase, que acelera a decomposição de óleos e gorduras (Silva et al., 1990). Esse mecanismo diminui o tempo de armazenamento desse subproduto, limitando seu uso como ingrediente em grandes fábricas de rações. O tratamento químico com antioxidantes usados na conservação do FAI previne a rancificação oxidativa, porém não a hidrolítica. Os produtos da rancificação podem interferir na palatabilidade do alimento e produzir elementos tóxicos aos animais, além de reduzir a disponibilidade de vitaminas, principalmente as lipossolúveis. De acordo com Luchese & Justino (2003) o FAI deteriora-se com facilidade e não deve ser armazenado por prazo superior a 15 dias. Uma forma de melhorar a sua conservação é através da extração do seu óleo por solvente. Além disso, nesse processo é obtido o óleo comestível de arroz que possui um alto valor comercial sendo amplamente utilizado na alimentação humana.

A extração do óleo por meio de solvente no FAI produz cerca de 82% de FAD. Esse subproduto apresenta baixo teor de energia bruta e alta concentração de substâncias fibrosas, proteína, minerais e vitaminas quando comparado com o FAI, em decorrência da extração do óleo. Variações na composição química do FAD são observadas devido à característica do alimento como origem e processamento e também pelo uso de diferentes metodologias de análises química e bromatológica (Tabela 1). Devido ao fato de seu reduzido conteúdo de óleo, o FAD apresenta uma boa estabilidade

química e pode ser armazenado por um período prolongado, viabilizando assim o seu uso na alimentação animal.

TABELA 1 Composição bromatológica do farelo de arroz desengordurado de acordo com diferentes autores¹

Fontes	MS %	PB %	FDN %	FDA %	EE %	EB kcal kg ⁻¹
Fialho et al. (1990)	88,60	17,38	-	-	2,03	-
Lima et al. (2000)	90,68	16,90	-	-	0,95	3701
FEDNA (2003)	90,10	16,43	30,52	16,75	3,55	-
Rostagno et al. (2005)	89,60	17,30	27,12	17,63	1,84	4174

¹Valores expressos na matéria seca

2.2 Farelo de arroz desengordurado na alimentação de suínos

2.2.1 Limitações – substâncias antinutritivas

A formulação de ração é baseada no princípio de que os valores nutricionais dos ingredientes sejam aditivos. Contudo, sabe-se que a disponibilidade dos nutrientes que compõe uma dieta é afetada por diversas características como a presença de fatores antinutricionais no alimento e por fatores de origem animal como peso vivo, sexo e genótipo (Le Goff & Noblet, 2001).

Fatores antinutricionais referem-se às substâncias intrínsecas a um alimento que dificultam a digestão, absorção e utilização dos nutrientes. Huisman & Tolman (1992) classificaram essas substâncias em função dos seus efeitos sobre o valor nutricional dos alimentos e à resposta biológica do animal como: (i) fatores com um efeito depressivo sobre a digestão de proteínas (inibidores de proteases, lectinas, saponinas), (ii) fatores com um efeito negativo sobre a digestão dos carboidratos (inibidores de amilase, compostos fenólicos, PNA), (iii) fatores com um efeito negativo sobre a utilização dos

minerais (glucosinolatos, ácido fítico, ácido oxálico, gossipol), (iv) fatores que inativam vitaminas ou causam um aumento na exigência do animal, (v) fatores que estimulam o sistema imunológico podendo causar uma reação de hipersensibilidade (proteínas antigênicas) e (vi) fatores que têm um efeito tóxico (lectinas). Nos cereais, os fatores antinutricionais atuam como proteção natural e fazem parte da composição estrutural da planta. O alto nível e a composição da porção fibrosa do FAD, assim como o elevado teor de ácido fítico, limitam o uso desse ingrediente na nutrição de monogástricos, prejudicando a digestibilidade e metabolismo de todos os componentes nutricionais da dieta.

No estudo da nutrição animal existe uma dificuldade na designação do termo fibra, uma vez que a definição varia segundo o objetivo e metodologia usada na sua determinação (Carré, 1993). Bach Knudsen (2001) define a fibra, sob um ponto de vista fisiológico, como sendo todos os componentes da dieta resistentes à degradação por enzimas endógenas de mamíferos. Já a definição química considera a soma de PNA e lignina. Os PNA comumente são classificados de acordo com sua solubilidade. A porção solúvel é formada por hemicelulose e pectina e a porção insolúvel, praticamente pela celulose. A hemicelulose, por sua vez, é formada, em sua maioria, por β -glucanos e arabinosilanos. A composição da porção fibrosa dos alimentos está sumarizada na Figura 1.

De acordo com Shibuta et al. (1985), a fibra do farelo de arroz é composta por 38% de hemicelulose e dessa, quase 80% são arabinosilanos. Já Malathi & Devegowda (2001) encontraram que o FAD contém em sua

composição química 15,20% de celulose, 10,65% de arabinosilanos e 7,25% de pectinas.

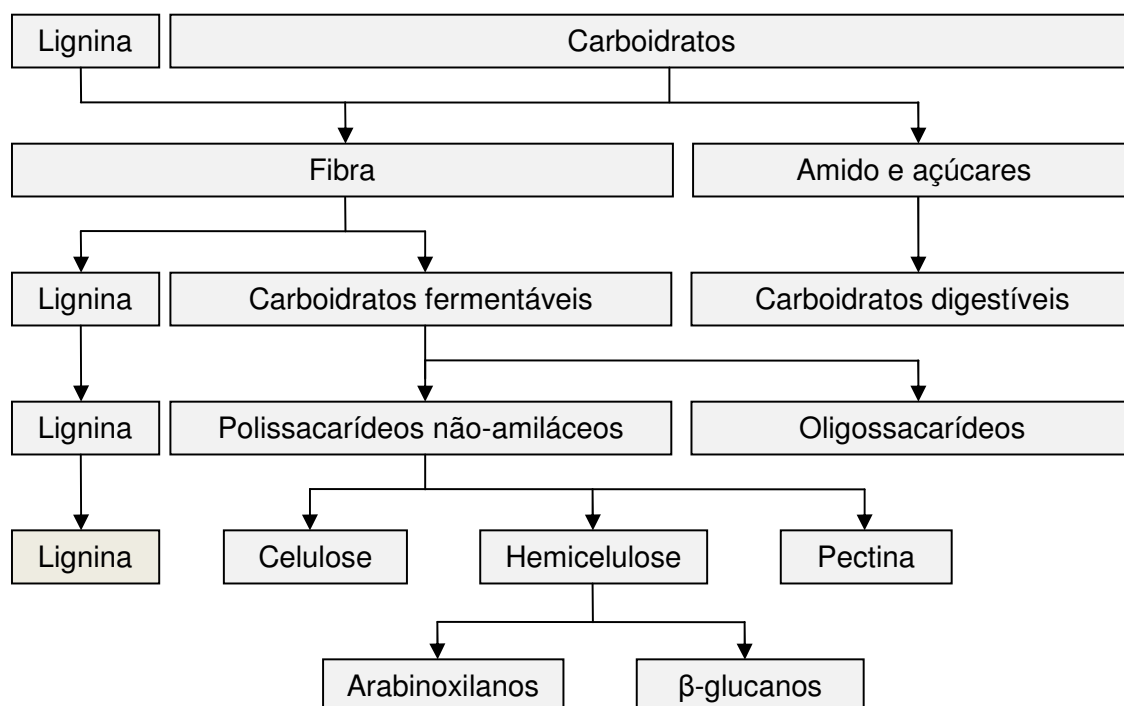


Figura 1 – Representação esquemática da fração dos carboidratos da dieta (adaptado de Rijnen, 2003)

A fibra dietética é conhecida por influenciar vários aspectos no processo digestivo dos suínos (Noblet & Perez, 1993). É sabido que os componentes da fibra não são digeridos pelas enzimas endógenas dos monogástricos. Em suínos, a digestão da fibra é atribuída à fermentação da flora no trato gastrintestinal, principalmente no intestino grosso. Esse processo pode fornecer de 15 a 24% do total da exigência de energia para suínos na fase de crescimento e terminação (Dierick et al., 1989).

Estudos mostram que o aumento do nível de fibra na dieta dos suínos têm influência negativa sobre a digestibilidade da matéria seca e

orgânica, da proteína e sobre o valor energético (Noblet & Perez, 1993; Le Goff & Noblet, 2001; Lindberg & Andersson, 1998). As principais explicações são de que fibra alimentar aumenta a taxa de fluxo da digesta, aumenta a mucosidade no intestino e adsorve enzimas endógenas, diminuindo assim a absorção de nutrientes (Varel & Yen, 1997; Bedford, 2000).

Os principais componentes dos PNA do FAD, os arabinosilanos, podem aumentar as perdas endógenas de nitrogênio por promover o crescimento de microorganismos que utilizam aminoácidos endógenos (Bartelt et al., 2002). Além disso, o aumento da produção de muco relacionado ao teor de fibra reduz o contato dos nutrientes com o epitélio intestinal e implica na maior perda de nitrogênio exógeno. Isso pode ser verificado no trabalho de Schulze et al. (1994), o qual mostra que a adição de FDN na dieta de suínos em crescimento aumentou as perdas endógenas e exógenas de proteína.

Os níveis crescentes de fibra também prejudicam a digestibilidade da energia e, por conseguinte, a metabolizabilidade da mesma. Altos níveis de fibra dietética têm efeito deletério sobre a digestibilidade de todos os componentes orgânicos como o amido, proteína, extrato etéreo e a própria fração fibrosa. A fibra é fermentada através da flora do intestino grosso produzindo ácidos graxos voláteis (AGV), sendo esses absorvidos principalmente no ceco dos suínos. Os AGV atuam principalmente como fonte energética, porém com uma eficiência de 70% quando comparados ao amido (Back Knudsen, 2001). Além dos AGV, a fermentação da fibra produz gases (hidrogênio, metano e gás carbônico) e calor, reduzindo o valor da energia metabolizável e líquida, respectivamente. Le Goff et al. (2002a) mostraram que

o metano perdido por fermentação foi correlacionado com o nível de fibra na dieta. A produção de calor também é afetada pelo nível de fibra na dieta, havendo uma relação linear positiva (Ramonet et al., 2000, Le Goff et al., 2002a).

A medida do tempo de retenção médio (TRM) é um método de avaliação do fluxo da digesta no trato gastrintestinal do suíno. A digestão no intestino é afetada pelo tempo que a digesta é submetida à ação de enzimas endógenas e fermentação, e uma rápida passagem pode diminuir a eficácia deste processo (Morel et al., 2006). Esta hipótese é apoiada pelo estudo de Partanen et al. (2007), demonstrando que a inclusão de níveis crescentes de fibra na dieta de suínos diminui o TRM da digesta afetando negativamente a digestibilidade e metabolismo dos nutrientes.

A capacidade dos suínos para digerirem os nutrientes da dieta, especialmente os componentes da fibra, aumenta com a idade e o peso vivo (PV), sendo mais pronunciada em fêmeas adultas quando comparadas com suínos em crescimento (Noblet & Shi, 1994; Le Goff et al., 2002a; Noblet & Van Milgen, 2004). O trato gastrintestinal do suíno aumenta com o aumento do PV e conseqüentemente ocorre um maior TRM da digesta melhorando assim o aproveitamento dos nutrientes. Além disso, há um aumento da capacidade intrínseca da microbiota para digerir fibras (Dierick et al., 1990; Jorgensen et al., 2007). Ao avaliar a influência do PV no aproveitamento dos nutrientes de dietas contendo altos níveis de fibra, Le Goff et al. (2002b) relataram uma maior eficiência dos suínos em terminação, comparados aos suínos em crescimento (Le Goff & Noblet, 2001).

Outro fator que limita a utilização do FAD em dieta de monogástricos é que a maior parte do P está sob a forma de ácido fítico. Essa molécula afeta negativamente a biodisponibilidade do P nos animais e interfere na digestão e absorção de outros nutrientes da dieta (Selle et al., 2000). É usual considerar que apenas 30% do P dos vegetais sejam disponíveis para animais monogástricos (Rostagno et al., 2005). Apesar do FAD apresentar alta quantidade de P total, a sua disponibilidade é ainda mais limitada em suínos, ficando em torno de 14 a 29% (Weremko et al., 1997). Isso acontece devido a falta de fitase no trato gastrintestinal do suíno, o que contribui para a pouca degradação do ácido fítico (Selle & Ravindran, 2008).

Desde a década de 60 os efeitos adversos do ácido fítico sobre a disponibilidade do P e outros nutrientes têm sido identificados (Cosgrove, 1966). Esses efeitos são uma consequência da capacidade quelante do ácido fítico, o qual pode formar complexos com proteínas, minerais, amido e enzimas digestivas (Selle et al., 2000). Segundo Adeola & Sands (2003), a formação de complexos de fitato, cátions e proteína durante a passagem no trato gastrintestinal pode ter um impacto negativo sobre a atividade de proteases e consequentemente sobre a digestibilidade de proteína, aminoácidos e minerais. O processo de quelação de minerais pode remover os co-fatores necessários (Ca, Fe, Zn) para a atividade das enzimas proteolíticas. Da mesma forma, o ácido fítico pode reduzir a digestibilidade do amido através da formação de complexos com o próprio amido e inibição da atividade enzimática da amilase (Liao et al., 2002). Uma alternativa para melhorar a digestibilidade dos nutrientes com benefícios na retenção de minerais, aminoácidos e energia da

dieta seria a suplementação de fitase exógena (Selle et al., 2000).

2.2.2 Resposta animal

Utilizando o método de substituição para avaliar o valor nutricional do FAD em suínos na fase de crescimento/terminação, Fialho et al. (1995) encontraram um coeficiente de digestibilidade aparente da PB de 67,8% e os valores de ED e EM foram de 2506 e 2384 kcal kg⁻¹, respectivamente. Em outro trabalho, utilizando a mesma metodologia para suínos em terminação, Lima et al. (2000) encontraram um coeficiente de digestibilidade aparente da MS do FAD de 56,93% e os valores de energia digestível (ED) e metabolizável (EM) foram de 2243 e 2199 kcal kg⁻¹, respectivamente.

Borin Jr. et al. (1988), trabalhando com níveis crescentes de inclusão (0, 20, 40, 60 e 80%) de FAD na dieta de suínos na fase de crescimento e terminação, constataram que houve redução linear no ganho de peso dos animais em ambas as fases. Em outro trabalho, Ludke et al. (2002) verificaram que a inclusão de 30% de FAD na dieta reduziu o desempenho dos suínos em crescimento e terminação, com dietas isoenergéticas. Esses resultados diferem dos encontrados por Warren & Farrell (1990), os quais não observaram redução no desempenho de suínos alimentados com dietas isoenergéticas com até 30% de FAD. Os resultados divergentes quanto ao nível de utilização do FAD em suínos podem estar associados a características do alimento como composição química e processamento, do animal como peso vivo, sexo e genótipo, por procedimentos experimentais utilizados, como variações no nível de substituição do ingrediente-teste, entre outras (Le Goff et al., 2002a).

2.3 Metodologias para estimar o valor nutricional de alimentos

Os ensaios de metabolismo tradicionais são baseados no consumo de alimento e na excreção de fezes e urina. Os coeficientes de digestibilidade e o valor de energia de qualquer ingrediente podem ser determinados de acordo com a seguinte fórmula apresentada por Schneider & Flatt (1975):

$$\text{Coeficiente de digestibilidade} = \frac{\text{nutriente consumido} - \text{nutriente defecado}}{\text{nutriente consumido}} \times 100$$

Porém, alguns alimentos não podem ser fornecidos sozinhos por não atender as necessidades nutricionais dos animais, por afetar a palatabilidade ou até mesmo interferir na digestibilidade *per se*. Portanto, é comum a avaliação nutricional de alimentos misturado com uma dieta-referência numa proporção conhecida, geralmente de 30-40%. Com base nas análises dos coeficientes de digestibilidade das misturas, calculam-se os coeficientes de digestibilidade do ingrediente testado, descontando-se a contribuição da dieta-referência. Essa metodologia, denominada ensaio de metabolismo por “substituição” ou “diferença”, foi revisada por Matterson et al., (1965) e pode ser calculada através da seguinte fórmula, neste exemplo, caracterizada pelo coeficiente de digestibilidade da MS:

$$\text{CDMS ingrediente} = \text{CDMS DR} + \frac{(\text{CDMS DT} - \text{CDMS DR})}{\% \text{ substituição} / 100}$$

onde:

CDMS = coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca

DR = dieta-referência

DT = dieta-teste

Quando o nível de inclusão do alimento que está sendo avaliado representa uma pequena fração da dieta, como as fontes de gorduras, pequenos erros na determinação dos valores de energia da dieta-referência e dieta teste, podem ser substanciais no valor de energia digestível e metabolizável do alimento avaliado (Campbell et al., 1983). De acordo com estudo realizado por Neves (1993), a metodologia de substituição não foi eficaz para avaliar o valor energético do farelo de soja e da farinha de vísceras de aves na alimentação de suínos devido à baixa inclusão na dieta, fazendo com que o erro ficasse multiplicativo.

Visando diminuir o erro associado à determinação do coeficiente de digestibilidade aparente e do valor energético dos alimentos, Campbell et al. (1963) apresentaram um ensaio de metabolismo por substituição no qual analisa-se o nutriente em questão da dieta-referência, do ingrediente e o nutriente excretado da dieta-referência e da dieta-teste. O valor nutricional dos ingredientes pode ser calculado de acordo com a seguinte fórmula, neste exemplo, caracterizada pelo coeficiente de digestibilidade aparente da MS:

$$\text{CDMS ingrediente} = \text{MS ingrediente} - \frac{(\text{MSD}_{\text{DT}} - (1 - X) \text{MSD}_{\text{DR}})}{X}$$

onde:

CDMS = coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca

MSD = matéria seca defecada

DT = dieta-teste

DR = dieta-referência

X = nível de inclusão do ingrediente-teste na dieta-referência

Outra metodologia para estimar o valor nutricional dos alimentos é a análise de regressão. Utilizando níveis crescentes de inclusão (0, 8, 16, 24, 32) de óleo de girassol na dieta de frangos para determinar o seu valor de energia metabolizável aparente, Rodríguez et al. (2004) verificaram que o erro-padrão associado com o valor de energia metabolizável diminuiu progressivamente com a inclusão do óleo de girassol na dieta referência. Por essa razão, vem sendo discutido que o ensaio de metabolismo utilizando apenas um nível de inclusão não é um procedimento eficaz para avaliar a digestibilidade e o valor de ED e EM de alimentos para monogástricos. Dessa maneira, o uso de vários níveis de inclusão do ingrediente-teste na dieta-referência tem sido sugerido para obtenção de resultados mais precisos por diversos autores (Sibbald & Slinger, 1963; Mateos & Sell, 1980; Wiseman & Lessire, 1987). Nesta metodologia é realizada a análise de regressão dos nutrientes digestíveis ou dos coeficientes de digestibilidade bem como o valor de energia sobre os níveis de inclusão do ingrediente, e a equação extrapolada para 100% de inclusão, estimando assim o valor nutricional do ingrediente-teste.

É possível também estimar o coeficiente de digestibilidade verdadeira dos alimentos com o uso do teste de Lucas (Van Soest, 1994). Este baseia-se também na análise de regressão de um nutriente digerido, em função dos níveis crescentes de inclusão na dieta. A partir da equação linear obtida, pode ser estimado o coeficiente de digestibilidade verdadeiro que é a inclinação da reta, a exigência de manutenção que equivale ao intercepto em X e a perda endógena, que é o intercepto em Y (Figura 2). Este método foi utilizado

por Henn et al. (2006) para estimar a EM da farinha de sangue bovino e da farinha de vísceras de aves na alimentação de suínos em crescimento, a partir de estimativas lineares da digestibilidade da PB e EE destes ingredientes.

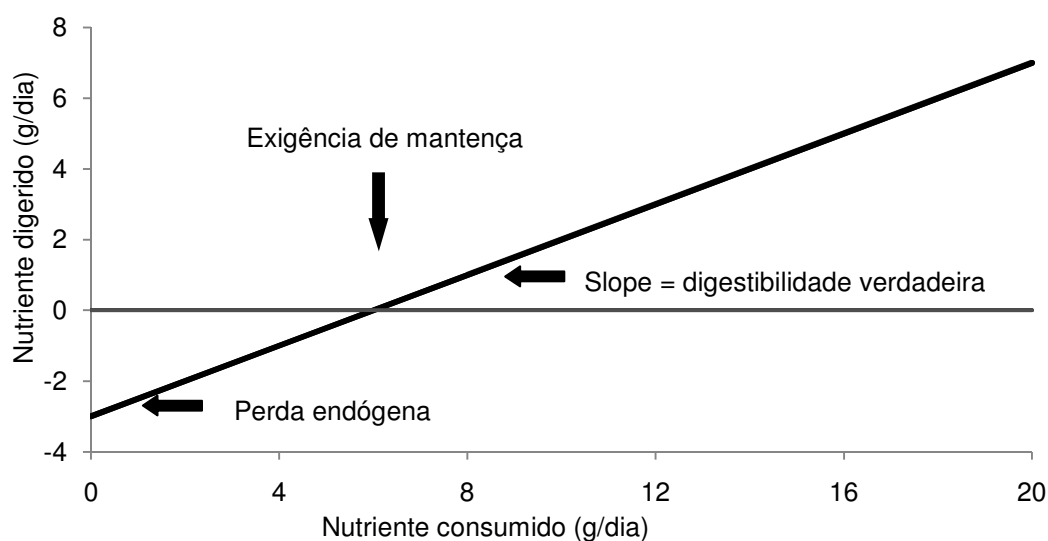


Figura 2 – Teste de Lucas para determinar a digestibilidade verdadeira e perda fecal endógena (Pagan, 1994).

Uma adaptação dos métodos de regressão tem sido usada para medir a EM de ingredientes, como a glicerina (Lammers et al., 2008): os animais recebem uma quantidade fixa da dieta-referência e níveis crescentes do ingrediente-teste, com conseqüente aumento na ingestão de alimento proporcional ao nível do ingrediente-teste. Aqui também, a digestibilidade verdadeira é estimada pela equação da regressão do nutriente digerido pelo nível/consumo do ingrediente-teste.

Uma limitação dos métodos de regressão é que as estimativas dificilmente poderão ser obtidas se a regressão não for linear, como por

exemplo, uma equação quadrática. Como muitas medidas são obtidas por extrapolação (valor nutricional do ingrediente-teste, perda endógena, etc.), somente a reta de regressão linear pode gerar estimativas confiáveis.

3 HIPÓTESES E OBJETIVOS

Nesse trabalho serão avaliadas três hipóteses: (1) que o nível de inclusão do FAD influencia o seu valor nutricional em dietas de suínos, (2) que a precisão da estimativa da utilização dos nutrientes desse ingrediente seja afetada pela metodologia e (3) que o peso vivo dos animais influencia a utilização dos nutrientes do FAD.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o valor nutricional do FAD na alimentação de suínos em diferentes níveis de inclusão e fazer uma comparação das metodologias de substituição e análise de regressão usadas para esse fim.

CAPÍTULO II

Comparação de metodologias para avaliação do valor nutricional do farelo de arroz desengordurado em suínos

Marco Antônio Kunrath⁽¹⁾, Alexandre de Mello Kessler⁽¹⁾, Andrea Machado Leal Ribeiro⁽¹⁾, Maitê de Moraes Vieira⁽¹⁾, Gabriel Luz da Silva⁽¹⁾, Felipe D'avila Peixoto⁽¹⁾

⁽¹⁾Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Departamento de Zootecnia CEP 91540-000 Porto Alegre, RS. E-mail: makunrath@gmail.com, akessler@ufrgs.br, aribeiro@ufrgs.br

Resumo – O objetivo deste trabalho foi avaliar o valor nutricional do farelo de arroz desengordurado (FAD) na alimentação de suínos, na fase de crescimento e de terminação, determinado pelo método de substituição e por análise de regressão. Foram conduzidos dois ensaios de digestibilidade com 16 suínos machos castrados na fase de crescimento com peso vivo inicial de $50 \pm 3,1$ kg e 16 suínos machos castrados na fase de terminação com peso vivo inicial de $95 \pm 3,8$ kg, alojados em gaiolas metabólicas. O delineamento foi inteiramente casualizado com quatro tratamentos (0, 15, 30 e 45% de substituição da dieta-referência por FAD) e quatro repetições, com o animal como unidade experimental. Os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta e o valor de energia metabolizável do FAD foram, respectivamente, 57,7; 64,8 e 56,6% e $2429 \text{ kcal kg}^{-1}$ na fase de crescimento e 57,7; 64,7 e 62,6% e $2233 \text{ kcal kg}^{-1}$ na fase de terminação. A análise de regressão é um método mais preciso para estimar o valor nutricional do farelo de arroz desengordurado do que o método de substituição.

Termos para indexação: *Oryza sativa L.*, *Sus scrofa domesticus*, coeficientes de digestibilidade, fibra dietética, nutrição animal.

**Comparing of methodologies for evaluate the nutritional value of deffated rice
bran in swine**

Abstract – This work aimed to assess the nutritional value of defatted rice bran (DRB) in growing and finishing pigs diet, determined by the method of substitution and by regression analysis. Two digestibility bioassays were carried out within sixteen $50 \pm 3,1$ kg initial body weight barrows in the growing phase and sixteen $95 \pm 3,8$ kg initial body weight barrows in the finishing phase, housed in metabolic cages. A completely randomized design was used and comprised four treatments (0, 15, 30 and 45% of substitution of the reference diet by DRB) and four replications, with one animal as an experimental unit. The coefficients of apparent digestibility of dry matter, organic matter, crude protein and metabolizable energy of DRB were, respectively, 57,7; 64,8 and 56,6% and $2429 \text{ kcal kg}^{-1}$ on growing phase and 57,7; 64,7 and 62,6% and $2233 \text{ kcal kg}^{-1}$ on finishing phase. The regression analysis is the most accurate method to assess the nutritional value of defatted rice bran than the method of substitution.

Index terms: *Oryza sativa L.*, *Sus scrofa domesticus*; digestibility coefficients, dietary fibre, animal nutrition

Introdução

A demanda crescente por cereais ricos em energia, para o consumo humano e a maior disponibilidade de subprodutos ricos em fibra, procedentes de indústrias de alimentação humana, têm provocado um aumento na utilização de matérias primas fibrosas na alimentação animal (Noblet & Le Goff, 2001). Além disso, a intensificação no uso de cereais e oleaginosas na produção de biocombustíveis faz desses subprodutos uma alternativa técnica e econômica na alimentação de suínos. Entre esses encontra-se o farelo de arroz desengordurado (FAD).

Em regiões orizícolas, os subprodutos do arroz são comumente utilizados na alimentação animal. O Rio Grande do Sul destaca-se na produção de arroz irrigado, com uma produção média anual de 7,8 milhões de toneladas (CONAB, 2009). Através do seu beneficiamento para o consumo humano é obtido cerca de 6,5% de FAD, totalizando assim 507 mil toneladas anuais. O FAD contém aproximadamente 15,5% de proteína, 24,3% de fibra em detergente neutro, 15,8% de fibra em detergente ácido, 1,6% de extrato etéreo e 2530 e 2450 kcal kg⁻¹ de dieta de energia digestível e metabolizável, respectivamente. Esses valores justificam e permitem a inclusão desse subproduto na matriz nutricional dos suínos (Rostagno et al., 2005). No entanto, existem algumas limitações no uso do FAD na alimentação de suínos. O alto teor de fibra aumenta a taxa de passagem do alimento no trato gastrointestinal reduzindo a absorção dos nutrientes (Le Goff, 2002b). Além disso, Malathi & Devegowda (2001) descrevem que o FAD é constituído principalmente por polissacarídeos não-amiláceos (PNA). Os efeitos negativos dos PNA sobre a digestibilidade acontecem devido ao aumento da viscosidade do conteúdo intestinal, o que reduz a interação

enzima/substrato pela diminuição da taxa de difusão dos nutrientes na luz intestinal e pela complexação com as enzimas digestivas (Bedford, 2000). O FAD ainda contém cerca de 80% de todo o fósforo sob a forma de ácido fítico o que indisponibiliza além do próprio fósforo, uma série de outros nutrientes, podendo formar sais insolúveis com minerais e complexos com proteínas, além de diminuir a atividade das enzimas proteolíticas (Selle et al., 2000).

Os poucos trabalhos publicados mostram resultados contraditórios com relação ao nível ideal de FAD a ser usado como ingrediente na dieta de suínos (Ludke et al., 2002; Warren & Farrell, 1990). Uma das questões a serem estudadas é o efeito do nível do ingrediente-teste sobre as medidas em ensaios de metabolismo pelo método de substituição, uma vez que altos níveis de FAD podem ter efeito negativo sobre o aproveitamento dos nutrientes. Outra fonte de variação na avaliação nutricional dos alimentos é a metodologia utilizada em ensaios de metabolismo com suínos.

Assim, este trabalho teve por objetivos avaliar a influência dos níveis de inclusão de FAD sobre o seu valor nutricional na alimentação de suínos nas fases de crescimento e terminação e fazer uma comparação dos métodos de substituição e análise de regressão usados para este fim.

Material e Métodos

O trabalho foi realizado no Laboratório de Ensino Zootécnico da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, no período de dezembro de 2008 a janeiro de 2009. Foram conduzidos dois ensaios de digestibilidade utilizando 16 suínos machos castrados, meio irmãos paternos em cada fase, alojados em gaiolas metabólicas individuais, sendo que no crescimento os animais apresentavam um peso médio inicial

de $50 \pm 3,1$ e de $95 \pm 3,8$ kg na fase de terminação. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com quatro tratamentos que se diferenciavam quanto ao nível de substituição (0, 15, 30 e 45%) da dieta-referência por FAD, sendo a mesma formulada à base de milho e farelo de soja (Tabela 1), utilizando as recomendações nutricionais de Rostagno et al. (2005), para suínos em crescimento e terminação. Cada tratamento teve quatro repetições, sendo o animal a unidade experimental.

Os experimentos tiveram duração de 12 dias – sete de adaptação dos animais às gaiolas e às dietas e cinco de coleta de fezes e urina. O alimento foi fornecido conforme o peso metabólico ($PV^{0,60}$). A quantidade diária foi ajustada à estimativa do ganho de peso médio diário e considerou-se um consumo de energia de 2,6 vezes a manutenção, estimada em $250 \text{ kcal EM} * PV^{0,60}$ (Noblet et al., 1993). O alimento foi distribuído em duas refeições diárias, às 8 e 18 horas, e a água foi fornecida à vontade.

Foi utilizado o método de coleta total de fezes e urina, sendo o início e o final da coleta determinados pelo aparecimento de fezes marcadas (adição de 0,5% de Fe_2O_3 às dietas). As fezes foram coletadas diariamente, pesadas, acondicionadas em sacos plásticos e conservadas em congelador a $-10^\circ C$. Ao final do experimento foram pesadas, homogeneizadas e amostradas (0,25 kg), secas em estufa de ventilação forçada ($60^\circ C$ por 72 horas) e moídas para análises posteriores. A urina excretada foi drenada para baldes plásticos contendo 5 mL de H_2SO_4 . Diariamente o volume foi pesado e uma alíquota de 10% foi retirada e conservada sob refrigeração ($4^\circ C$).

As análises de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), fósforo (P) proteína bruta (PB) das amostras de FAD, dieta-referência, fezes e urina foram realizadas de acordo com a AOAC (1999). A energia bruta (EB) foi determinada utilizando um calorímetro de bomba isoperibólico (IKA WERKE, modelo C2000). A fibra em

detergente ácido (FDA) e a fibra em detergente neutro (FDN) foram determinadas de acordo com as técnicas descritas por Goering & Van Soest (1970). Uma amostra de 100 mL de urina de cada animal foi seca em estufa de ventilação forçada a 65°C, por 72 horas, e analisada em seu valor de EB. Foram determinados os coeficientes de digestibilidade aparente da MS, MO, PB, FDN e FDA, a metabolizabilidade aparente da EB, o valor de energia digestível (ED) e energia metabolizável (EM) do FAD em cada fase, através do método de substituição, de acordo com as fórmulas desenvolvidas por Campbell et al. (1983), neste exemplo caracterizada pelo coeficiente de digestibilidade aparente da MS:

$$\text{CDMS ingrediente} = \text{MS ingrediente} - \frac{(\text{MSD}_{\text{DT}} - (1 - X) \text{MSD}_{\text{DR}})}{X}$$

em que: CDMS = coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca; MSD = matéria seca defecada; DT = dieta-teste; DR = dieta-referência; X = nível de inclusão do ingrediente-teste na dieta-referência.

O efeito da inclusão de FAD nas dietas também foi testado de forma contínua por análise de regressão. As análises estatísticas foram realizadas através do programa SAS (SAS Institute, 2002). As respostas foram submetidas à análise de variância através do procedimento GLM (General Linear Model) e as diferenças entre as médias comparadas pelo teste de Student-Newman-Keuls a 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

Os valores de composição química e energia bruta do FAD estão apresentados na Tabela 1 e são semelhantes aos propostos por Rostagno et al. (2005), exceto para o nível de FDA que foi inferior (11,15 vs 15,80%) e de FDN que foi superior (29,45 vs 24,30%). Essas variações podem estar ligadas às características do ingrediente como

origem e processamento.

A digestibilidade e metabolizabilidade aparente dos nutrientes e o valor de ED e EM das dietas foram diferentes ($p < 0,05$) entre as dietas estudadas, tanto no crescimento como na terminação (Tabela 2). Na fase de crescimento e terminação, a inclusão de níveis crescentes de FAD apresentou efeito linear negativo ($p < 0,01$) sobre a digestibilidade e metabolizabilidade dos nutrientes avaliados e sobre o valor de ED e EM, exceto sobre a digestibilidade da FDN e da FDA que apresentou um efeito quadrático ($p < 0,05$). Em ambas as fases, fica evidente que o aumento da inclusão de FAD reduziu o aproveitamento dos nutrientes da dieta.

A inclusão de níveis crescentes de FAD aumentou o nível de fibra das dietas experimentais. Resultados de pesquisas têm demonstrado que as digestibilidades da MS, MO e EB (Pettersson & Lindberg, 1997; Le Goff & Noblet, 2001), da PB (Lindberg & Andersson, 1998), da FDN e FDA (Gomes et al., 2007) são afetadas negativamente com o aumento da fibra na dieta de suínos em crescimento e terminação, concordando com os resultados obtidos no presente estudo.

Sessenta por cento do FAD são constituídos por PNA, nos quais predominam os arabinoxilanos (Malathi & Devegowda, 2001). Esses PNA aumentam a viscosidade da digesta, formam complexos com as enzimas endógenas e encapsulam os componentes nutricionais digestíveis. (Bedford, 2000; Kim et al. 2005). Os arabinoxilanos também podem aumentar as perdas endógenas de N por promover o crescimento de microorganismos no intestino delgado, reduzindo a digestibilidade aparente da proteína (Bartelt et al., 2002). Outro fator que pode contribuir para o baixo aproveitamento dos nutrientes é a presença do ácido fítico no FAD. No estômago e no intestino delgado, o ácido fítico possui alto potencial para complexação com moléculas carregadas

positivamente, como cátions e proteínas, além de enzimas digestivas, diminuindo a digestão e aumentando as perdas endógenas (Selle et al., 2000). Assim, o ácido fítico juntamente com a complexação com os PNA, são possíveis causas na redução dos coeficientes de digestibilidade aparente da PB pelo aumento da inclusão de FAD na dieta, tendo sido essa redução linear na fase de crescimento e terminação.

A digestibilidade e metabolizabilidade aparente de diferentes nutrientes, assim como o valor de ED e EM do FAD para os três níveis de inclusão foram calculadas através do método de substituição (Tabela 3). Na fase de crescimento, o nível de inclusão influenciou ($p < 0,05$) a estimativa de digestibilidade aparente da MS, MO, FDA e FDN. As dietas com 15% de FAD apresentaram as maiores estimativas de digestibilidade, não havendo diferença entre os níveis 30 e 45%. Na fase de terminação o nível de inclusão de FAD não influenciou ($p > 0,05$) as respostas avaliadas, exceto para a digestibilidade da FDA que foi superior nos níveis 15 e 30%.

O melhor aproveitamento do FAD no nível de 15% de inclusão na fase de crescimento pode estar associado ao menor efeito desse mesmo ingrediente sobre a cinética digestiva dos suínos. Uma grande parte da capacidade digestiva do suíno está relacionada com o tempo de retenção da dieta no trato gastrointestinal. Embora os valores do tempo de retenção médio (TRM) na literatura sejam muito variáveis, Le Goff et al. (2002b) relataram que os suínos em crescimento e terminação possuem um TRM de 33 e 37 horas, respectivamente. O aumento da fibra dietética aumenta a taxa de passagem da digesta (Partanen et al., 2007). O aumento da taxa de passagem pode ser um fator que explica parcialmente a influência do nível de inclusão de FAD no aproveitamento dos próprios nutrientes que o constituem, em associação com o aumento absoluto da fibra dietética *per se*. Este efeito, no entanto, tornou-se menos pronunciado

com o aumento do peso vivo dos animais. Estes resultados concordam com o trabalho de Noblet & Shi (1994), Le Goff & Noblet (2001) e Le Goff et al. (2002b) que observaram um melhor aproveitamento da dieta em porcas adultas ou suínos em terminação quando comparados com animais em crescimento, embora Le Goff et al. (2002a) não tenham constatado melhora na utilização da energia em dietas com elevado teor de fibra para suínos na fase de terminação.

A metodologia usada para estimar o valor nutricional de ingredientes utilizados na alimentação animal pode influenciar resultados obtidos. Em ensaios de metabolismo, a dieta-referência é em parte substituída pelo ingrediente-teste e pela diferença estima-se o coeficiente de digestibilidade e metabolizabilidade, assim como o valor de ED e EM. Quando o nível de inclusão do ingrediente-teste constitui uma pequena fração da dieta, a multiplicação do erro pode ser substancial (Campbell et al., 1983). No presente trabalho, a metabolizabilidade da EB apresentou os erros-padrão 7,19; 2,30 e 2,39% na fase de crescimento para os níveis 15, 30, e 45% de substituição, respectivamente. O erro-padrão associado com o valor de ED diminuiu à medida que o FAD foi incorporado na dieta, indicando uma baixa confiabilidade na estimativa média ao nível de 15%. Por essa razão, tem sido sugerido que apenas um nível de inclusão não é recomendado para estimar o valor nutricional de ingredientes para monogástricos. Dessa maneira, vários níveis de inclusão do ingrediente-teste e análise de regressão são os mais indicados para a obtenção de resultados mais precisos (Sibbald & Slinger, 1963; Wiseman & Lessire, 1987).

Em função do que foi discutido acima, os coeficientes de digestibilidade e metabolizabilidade e os valores de ED e EM das dietas do presente experimento foram submetidos à análise de regressão (Tabela 4). Extrapolando para o nível de 100% de

inclusão do FAD, através da equação linear $Y=85,8-0,199*\text{NívelFAD}$, a estimativa do coeficiente de metabolizabilidade da EB foi de $65,9 \pm 1,73\%$ para a fase de crescimento. O erro-padrão associado à esse valor foi menor que os determinados pelo método de substituição em qualquer nível de inclusão do FAD, indicando uma maior precisão desse método na estimativa do valor nutricional de ingredientes. Resultados semelhantes foram encontrados por Rodríguez et al. (2005) que ao estimar o valor de EM da semente de linhaça para frangos de corte, por regressão, obtiveram menor erro-padrão comparando com o método de substituição. Uma limitação dessa metodologia é que se o modelo não for linear e sim quadrático ou cúbico, não é possível estimar o valor nutricional dos alimentos por extrapolação. Assim, nas variáveis que apresentaram resposta quadrática (Tabela 2), não foi possível estimar o valor nutricional do FAD (Tabela 4).

Os valores dos coeficientes de digestibilidade e metabolizabilidade aparente, assim como o conteúdo de ED e EM do FAD, determinados pelo método de substituição foram similares aos calculados pela regressão. O coeficiente de digestibilidade aparente da MS do FAD, de $57,7\%$ na fase de crescimento e terminação, estimado por regressão (Tabela 4), foi semelhante ao resultado encontrado por Lima et al., (2000). Com relação à PB, foi verificado um coeficiente de digestibilidade aparente de $56,6\%$, no crescimento e de $62,6\%$ na terminação (Tabela 4). Por outro lado, Fialho et al. (1990), FEDNA (2003) e Rostagno et al. (2005) encontraram coeficiente de digestibilidade aparente da PB do FAD de 68, 68 e 74% , respectivamente. A baixa digestibilidade da PB no presente estudo pode estar associada ao elevado teor de fósforo total que está correlacionado com o teor ácido fítico. Esse possui alto grau de complexação com proteínas no estômago e no intestino delgado, diminuindo o

aproveitamento da PB (Selle et al., 2000). Esta conclusão é corroborada pelos baixos valores de digestibilidade medidos para o P das dietas com FAD. Houve redução linear no coeficiente de digestibilidade aparente do P total da dieta, levando a estimativas muito baixas deste parâmetro no FAD (crescimento: 7,2% ; terminação: -21,8%). Estas equações foram as de mais baixo r^2 e não apresentaram vantagem evidente no EPR, além de levar a estimativa por extrapolação negativa para o coeficiente de digestibilidade aparente do P na terminação, o que certamente não ocorreu nos níveis testados. Uma explicação possível para este comportamento é a grande contribuição do FAD em P e ácido fólico, o que nas dietas com FAD, em relação à dieta referência, reduz fortemente a digestibilidade do P, gerando equação de regressão cuja inclinação do coeficiente linear é muito acentuada, o que leva a valores irrealistas na extrapolação para 100% de FAD. Desta forma, as estimativas pelo método de substituição (tabela 4) parecem ser mais realistas, com os coeficientes médios de digestibilidade aparente do P do FAD estimados em 16,7% no crescimento e 12,9% na terminação. Estes valores estão abaixo dos 25% de biodisponibilidade (estimada por resistência e mineralização óssea) medidos por Cromwell (1992).

O valor de EM do FAD foi de 2429 kcal kg⁻¹ no crescimento e 2233 kcal kg⁻¹ na terminação (Tabela 4), sendo semelhantes aos encontrados por Fialho et al., (1990) e Rostagno et al., (2005) de 2303 e de 2450 kcal kg⁻¹, respectivamente. Entretanto, são superiores aos valores de 2199 e de 2110 kcal kg⁻¹ de FAD citados por Lima et al. (2000) e por FEDNA (2003), respectivamente. Essas diferenças podem estar associadas a características do alimento como composição química e processamento, do animal como peso vivo, sexo e genótipo, por procedimentos experimentais utilizados, como variações no nível de substituição do ingrediente-teste, entre outras (Le Goff et al.,

2002a).

Conclusões

1. Como não houve efeitos dos níveis de inclusão de FAD sobre a maioria das variáveis analisadas, os coeficientes de digestibilidade aparente da MO, da PB, da EB e o valor de EM do FAD são de 64,8; 56,6 e 68,3% e 2429 kcal kg⁻¹, na fase de crescimento, e de 64,8; 62,6 e 67,5% e 2233 kcal kg⁻¹, na fase de terminação, respectivamente.
2. O método de regressão é mais preciso para estimar a digestibilidade dos nutrientes e o valor energético do FAD do que o método de substituição, porém algumas variáveis ao apresentarem comportamento quadrático inviabilizam as estimativas pelo primeiro método.

Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, pela bolsa concedida.

Referências

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 16th ed. Washington: AOAC, 1999. 1141p.
- BARTELT, J.; JADAMUS, A.; WIESE, F.; SWIECH, E.; BURACZEWSKA, L.; SIMON, O. Apparent precaecal digestibility of nutrients and level of endogenous nitrogen in digesta of the small intestine of growing pigs as affected by various digesta

viscosities. **Archives Tierernahr**, v.56, p.93-107, 2002.

BEDFORD, M.R. Exogenous enzymes in monogastric nutrition: their current value and future benefits. **Animal Feed Science and Technology**, v.86, p.1-13, 2000.

CAMPBELL, G.L.; CAMPBELL, L.D.; BLAIR, R. Calculation of metabolizable energy for ingredients incorporated at low levels into a reference diet. **Poultry Science**, v.62, n.5, p.705-707, 1983.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos 2008/09: décimo primeiro levantamento**. Brasília, 2009. 39 p.

CROMWELL, G.L. The biological availability of phosphorus in feedstuffs for pigs. **Pig News and Information**, v.13, n.2, p.75, 1992.

FIALHO, E.T.; BARBOSA, H.P.; ALBINO, L.F.T. Chemical composition, digestible protein and energy values of some alternative feedstuffs for pigs in Brazil. **Animal Feed Science and Technology**, v.55, p.239-245, 1995.

FUNDACIÓN ESPAÑOLA PARA EL DESARROLLO DE LA NUTRICIÓN ANIMAL - FEDNA. **Tablas fedna de composición y valor nutritivo de alimentos para la fabricación de piensos compuestos**. 2.ed. Madrid: 2003. 253p. Online. Disponível em: <<http://www.etsia.upm.es/fedna/tablas.htm>> Acesso em: 02 out. 2009.

GOERING, H.K., VAN SOEST, P.J. **Forage fiber analysis (apparatus, reagents, procedures and some applications)**. Washington, Agricultural Research Service, 1970. 79p.

GOMES, J.D.F.; PUTRINO, S.M.; GROSSKLAUS, C.; UTIYAMA, C.E.; OETTING, L.L.; SOUZA, L.W.O.; FUKUSHIMA, R.S.; FAGUNDES, A.C.A.; SOBRAL, P.J.A.; LIMA, C.G. Efeitos do incremento de fibra dietética sobre a digestibilidade,

desempenho e características de carcaça: suínos em crescimento e terminação. **Semina Ciências Agrárias**, v.28, p.483-492, 2007.

KIM, J.C.; SIMMINS, P.H.; MULLAN, B.P.; PLUSKE, J.R.. The digestible energy value of wheat for pigs, with special reference to the post-weaned animal. **Animal Feed Science and Technology**, v.122, p.257-287, 2005.

LE GOFF, G.; DUBOIS S.; VAN MILGEN, J.; NOBLET, J., Influence of dietary fibre level on digestive and metabolic utilisation of energy in growing and finishing pigs. **Animal Research**, v.51, p.245-259, 2002a.

LE GOFF, G.; VAN MILGEN, J.; NOBLET, J. Influence of dietary fibre on digestive utilization and rate of passage in growing pigs, finishing pigs and adult sows. **Animal Science**, v.74, p.503-515, 2002b.

LE GOFF, G.; NOBLET, J. Comparative total tract digestibility of dietary energy and nutrients in growing pigs and adult sows. **Journal of Animal Science**. v.79, p.2418–2427, 2001.

LIMA, G.J.M.M.; MARTINS, R.R.; ZANOTTO, D.L.; BRUM, P.A.R. **Composição química e valores de energia de subprodutos do beneficiamento de arroz**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2000. 2p. (Comunicado Técnico 244). Disponível em: <www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_publicacoes/cot244.pdf>. Acesso em: 03 ago. 2009.

LINDBERG, J.E.; ANDERSSON, C. The nutritive value of barley-based diets with forage meal inclusion for growing pigs based on total tract digestibility and nitrogen utilization. **Livestock Production Science**. v.56, p.43-52, 1998.

LUDKE, M.C.M.M.; LÓPES, J.; LUDKE, J.V.; NICOLAIEWKY, S. Utilização da fitase em dietas com ou sem farelo de arroz desengordurado para suínos em

crescimento/terminação. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.31, p.2002-2010, 2002.

MALATHI V.; DEVEGOWDA G. In vitro evaluation of nonstarch polysaccharide digestibility of feed ingredients by enzymes. **Poultry Science**, v.80, n.3, p.302-305, 2001.

NOBLET, J.; LE GOFF, G. Effect of dietary fiber on the energy value of feeds for pigs. **Animal Feed Science and Technology**, v.90, p.35-52, 2001.

NOBLET, J.; SHI, X.S. Effect of body weight on digestive utilization of energy and nutrients of ingredients and diets in pigs. **Livestock Production Science**, v.37, p.323-338, 1994.

NOBLET, J.; SHI, X.S.; DUBOIS, S. Metabolic utilization of dietary energy and nutrients for maintenance energy requirements in sows: basis for a net energy system. **British Journal of Nutrition**, v.70, p.407-419, 1993.

PARTANEN, K.; JALAVA, T.; VALAJA, J. Effects of a dietary organic acid mixture and of dietary fibre levels on ileal and faecal nutrient apparent digestibility, bacterial nitrogen flow, microbial metabolite concentrations and rate of passage in the digestive tract of pigs. **Animal**, v.1, p.389-401, 2007.

PETTERSSON, A.; LINDBERG, J.E. Ileal and total tract digestibility in pigs of naked and hulled barley with different starch composition. **Animal Feed Science and Technology**, v.66, p.97-109, 1997.

RODRÍGUEZ, M.L.; ORTIZ, L.T.; ALZUETA, C.; REBOLÉ, A.; TREVIÑO, J. Nutritive value of high-oleic acid sunflower seed for broiler chickens. **Poultry Science**, v. 84, n.3, p. 395-402, 2005.

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. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: Composição de alimentos e exigências nutricionais**. 2 ed. Viçosa, MG: UFV, 2005. 186 p.

SAS INSTITUTE. **SAS/STAT**: guide for personal computers. Cary: SAS Institute, 2002.

SELLE, P.H.; RAVINDRAN, V.; CALDWELL, R.A.; BRYDEN W.L. Phytate and phytase: Consequences for protein utilisation. **Nutrition Research Reviews**. Cambridge, v. 13, p.255-278, 2000.

SIBBALD, I.R.; SLINGER, S.J. A biological assay for metabolizable energy in feed ingredients together with findings which demonstrate some of the problems associated with the evaluation of fats. **Poultry Science**, v.42, p.313-325, 1963.

WARREN, B.E.; FARRELL, D.J. The nutritive value of full-fat and defatted Australian rice bran. II. Growth studies with chickens, rats and pigs. **Animal Feed Science and Technology**, v.27, p.229-246, 1990.

WISEMAN, J.; LESSIRE, M. Interactions between fats of differing chemical content: apparent metabolizable energy values of fats for broiler chicks. **British Poultry Science**, v. 28, p.663-676, 1987.

Tabela 1. Ingredientes, composição calculada e analisada da dieta-referência e composição analisada do farelo de arroz desengordurado (FAD).

Ingredientes, %	Dieta-referência		FAD
	Crescimento	Terminação	
Milho	69,39	76,25	-
Farelo de soja	24,20	19,20	-
Gordura vegetal	3,00	2,00	-
Calcário	1,52	1,20	-
Fosfato bicálcico	1,23	0,83	-
Sal	0,44	0,37	-
Cl-Colina (60%)	0,07	0,05	-
L-Lisina HCl (78,8)	0,05	-	-
Premix mineral ⁽¹⁾	0,05	0,05	-
Premix vitamínico ⁽²⁾	0,03	0,03	-
Antioxidante	0,02	0,02	-
Total	100	100	
Valores Calculados⁽³⁾			
Matéria seca (%)	88,40	88,00	-
Energia metabolizável (kcal kg ⁻¹)	3377	3363	-
Proteína bruta (%)	17,00	15,00	-
Cálcio (%)	0,90	0,70	-
Fósforo disponível (%)	0,33	0,25	-
Lisina (%)	0,89	0,72	-
Metionina+Cistina (%)	0,55	0,51	-
Treonina (%)	0,62	0,56	-
Valores Analisados⁽³⁾			
Matéria seca (%)	88,70	88,90	88,66
Matéria mineral (%)	5,05	4,21	10,47
Proteína bruta (%)	15,90	15,60	15,31
Extrato etéreo (%)	4,16	3,02	1,44
Fibra bruta (%)	1,72	1,71	8,63
Fibra em detergente neutro (%)	10,60	13,00	29,30
Fibra em detergente ácido (%)	2,17	2,03	10,95
Energia bruta (kcal kg ⁻¹)	3978	3993	3636
Fósforo Total (%)			2,31

⁽¹⁾Adição por kg de dieta: Selênio 0,30 mg; Iodo 0,35 mg; Cobre 8,00 mg; Zinco 80,0 mg; Manganês 30,0 mg. ⁽²⁾Adição por kg de dieta: Vit. A 9600 UI; Vit. D₃ 1800 UI; Vit. E 21,6 mg; Vit. K₃ 2,40 mg; Vit. B₁ 1,92 mg; Vit. B₂ 6,12 mg; Vit. B₆ 1,86 mg; Vit. B₁₂ 0,023 mg; Biotina 0,118 mg; Ácido pantotênico 15,6 mg; Niacina 31,2 mg; Ácido fólico 0,54 mg. ⁽³⁾Valores com base na matéria natural.

Tabela 2. Consumo de matéria seca, digestibilidade e metabolizabilidade aparente e valor de energia digestível e metabolizável de dietas contendo níveis crescentes de farelo de arroz desengordurado (FAD) para suínos na fase de crescimento e terminação⁽¹⁾.

Variáveis	Dieta				EPR ⁽³⁾	P		
	Níveis de inclusão do FAD					Dieta	Linear	Quadrático
	0%	15%	30%	45%				
Crescimento								
Consumo de matéria seca (g dia ⁻¹)	1886	1873	1890	1911	42,40	0,948	-	-
Digestibilidade aparente de:								
Matéria seca (%)	87,5 ^a	83,8 ^b	77,5 ^c	74,8 ^d	0,69	0,001	0,001	NS
Matéria orgânica (%)	89,5 ^a	86,5 ^b	81,4 ^c	78,9 ^d	0,68	0,001	0,001	NS
Proteína bruta (%)	85,7 ^a	82,3 ^a	74,7 ^b	74,1 ^b	1,65	0,001	0,001	NS
Fibra em detergente ácido (%)	43,2 ^a	36,3 ^a	26,9 ^b	38,3 ^a	2,30	0,003	0,003	0,007
Fibra em detergente neutro (%)	66,2 ^a	60,4 ^b	57,0 ^b	60,0 ^b	1,42	0,006	0,002	0,010
Energia bruta (%)	88,4 ^a	86,1 ^a	81,5 ^b	79,9 ^b	0,75	0,001	0,001	NS
Fósforo total (%)	34,6 ^a	29,0 ^{ab}	18,1 ^b	23,5 ^{ab}	6,49	0,000	0,001	NS
Metabolizabilidade aparente da energia bruta (%)	85,8 ^a	83,2 ^a	78,9 ^b	77,5 ^b	0,88	0,002	0,001	NS
Energia digestível (kcal kg ⁻¹) ⁽²⁾	3516 ^a	3397 ^b	3197 ^c	3084 ^d	29,45	0,001	0,001	NS
Energia metabolizável (kcal kg ⁻¹) ⁽²⁾	3414 ^a	3283 ^b	3094 ^c	2988 ^c	34,50	0,001	0,001	NS
Terminação								
Consumo de matéria seca (g dia ⁻¹)	2660	2735	2671	2630	86,95	0,868	-	-
Digestibilidade aparente de:								
Matéria seca (%)	91,6 ^a	85,8 ^b	81,9 ^c	75,9 ^d	0,56	0,001	0,001	NS
Matéria orgânica (%)	93,0 ^a	88,3 ^b	85,1 ^c	79,8 ^d	0,51	0,001	0,001	NS
Proteína bruta (%)	91,1 ^a	84,6 ^a	81,9 ^b	78,6 ^b	0,64	0,001	0,001	NS
Fibra em detergente ácido (%)	71,2 ^a	44,7 ^a	41,3 ^b	38,1 ^b	3,20	0,001	0,001	0,004
Fibra em detergente neutro (%)	83,7 ^a	66,3 ^b	64,0 ^b	59,5 ^b	1,81	0,001	0,001	0,007
Energia bruta (%)	91,7 ^a	87,8 ^a	85,2 ^b	80,4 ^b	0,50	0,001	0,001	NS
Fósforo total (%)	44,4 ^a	32,5 ^{ab}	21,3 ^b	16,6 ^b	8,59	0,003	0,001	NS
Metabolizabilidade aparente da energia bruta (%)	88,8 ^a	85,1 ^a	82,0 ^b	77,0 ^b	0,41	0,001	0,001	NS
Energia digestível (kcal kg ⁻¹) ⁽²⁾	3662 ^a	3480 ^b	3336 ^c	3046 ^d	19,70	0,001	0,003	NS
Energia metabolizável (kcal kg ⁻¹) ⁽²⁾	3545 ^a	3373 ^b	3211 ^c	2920 ^c	16,51	0,001	0,001	NS

⁽¹⁾Médias com letras diferentes diferem entre si pelo teste SNK (p<0,05). ⁽²⁾Expressos na matéria natural.

⁽³⁾Erro-padrão residual.

Tabela 3. Digestibilidade e metabolizabilidade aparente e valor de energia digestível e metabolizável do farelo de arroz desengordurado (FAD) para suínos na fase de crescimento e terminação utilizando o método de substituição⁽¹⁾.

Variáveis	Níveis de Inclusão do FAD			P	EPR ⁽³⁾
	15%	30%	45%		
Crescimento					
Digestibilidade aparente de:					
Matéria seca (%)	66,2 ^a	55,5 ^b	59,9 ^{ab}	0,015	1,98
Matéria orgânica (%)	74,9 ^a	67,7 ^b	69,8 ^{ab}	0,041	1,79
Proteína bruta (%)	66,2	55,8	61,5	0,442	5,04
Fibra em detergente ácido (%)	73,3 ^a	60,1 ^b	55,5 ^b	0,001	1,36
Fibra em detergente neutro (%)	74,6 ^a	63,3 ^b	63,9 ^b	0,001	1,42
Energia bruta (%)	74,7	64,9	69,0	0,078	2,61
Fósforo total (%)	21,2	8,7	20,2	0,060	6,66
Metabolizabilidade aparente da energia bruta (%)	70,3	62,2	66,7	0,520	4,78
Energia digestível (kcal kg ⁻¹) ⁽²⁾	2716	2359	2507	0,078	107,0
Energia metabolizável (kcal kg ⁻¹) ⁽²⁾	2555	2263	2424	0,520	195,9
Terminação					
Digestibilidade aparente de:					
Matéria seca (%)	53,5	59,5	56,7	0,365	2,83
Matéria orgânica (%)	63,9	69,5	67,2	0,294	2,34
Proteína bruta (%)	53,9	63,9	63,6	0,066	2,83
Fibra em detergente ácido (%)	71,6 ^a	66,6 ^a	56,5 ^b	0,004	2,02
Fibra em detergente neutro (%)	62,1	63,8	59,6	0,550	2,37
Energia bruta (%)	63,2	68,2	65,8	0,522	2,97
Fósforo total (%)	18,6	10,3	9,7	0,330	8,53
Metabolizabilidade aparente da energia bruta (%)	61,8	64,3	62,0	0,826	3,02
Energia digestível (kcal kg ⁻¹)	2310	2493	2406	0,522	121,9
Energia metabolizável (kcal kg ⁻¹)	2260	2350	2268	0,826	123,5

⁽¹⁾Médias com letras diferentes diferem entre si pelo teste SNK (p<0,05). ⁽²⁾Expressos na matéria natural.

⁽³⁾Erro-padrão residual.

Tabela 4. Equação de regressão linear para estimativa da digestibilidade e metabolizabilidade aparente e do valor de energia digestível e metabolizável do farelo de arroz desengordurado (FAD) para suínos na fase de crescimento e terminação⁽¹⁾.

Variáveis	Equação da Regressão	Valor estimado ⁽²⁾	EPR ⁽³⁾	R ²
Crescimento				
Digestibilidade aparente de:				
Matéria seca (%)	Y=87,6-0,299*Nível FAD	57,7	1,51	92,3
Matéria orgânica (%)	Y=89,6-0,248*Nível FAD	64,8	1,38	90,8
Proteína bruta (%)	Y=85,6-0,291*Nível FAD	56,6	3,40	69,0
Energia bruta (%)	Y=88,5-0,202*Nível FAD	68,3	1,52	84,2
Fósforo Total (%)	Y=33,6-0,264*Nível FAD	7,2	7,12	37,6
Metabolizabilidade aparente da energia bruta (%)				
Energia digestível (kcal kg ⁻¹) ⁽¹⁾	Y=3523-10,1*Nível FAD	2519	58,0	90,1
Energia metabolizável (kcal kg ⁻¹) ⁽¹⁾	Y=3416-9,9*Nível FAD	2429	66,1	87,2
Terminação				
Digestibilidade aparente de:				
Matéria seca (%)	Y=91,5-0,339*Nível FAD	57,7	1,15	96,5
Matéria orgânica (%)	Y=92,9-0,283*Nível FAD	64,7	1,03	95,8
Proteína bruta (%)	Y=90,2-0,276*Nível FAD	62,6	1,56	90,6
Energia bruta (%)	Y=91,7-0,242*Nível FAD	67,5	1,04	94,5
Fósforo Total (%)	Y=43,2-0,650*Nível FAD	-21,8	8,20	66,2
Metabolizabilidade aparente da energia bruta (%)				
Energia digestível (kcal kg ⁻¹) ⁽¹⁾	Y=3676-13,0*Nível FAD	2376	50,4	95,4
Energia metabolizável (kcal kg ⁻¹) ⁽¹⁾	Y=3563-13,3*Nível FAD	2233	46,3	96,2

⁽¹⁾Valores expressos na matéria natural. ⁽²⁾Estimativa da digestibilidade e do valor de energia digestível do FAD por extrapolação ao nível de 100%. ⁽³⁾Erro-padrão residual

CAPÍTULO III

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os valores das estimativas do valor nutricional do FAD foram similares quando comparados o método de substituição e o método de análise de regressão, contudo a última mostrou-se mais precisa, pois apresentou um menor erro-padrão nas respostas analisadas. Esses resultados concordam com diversos autores, os quais sugerem que o uso de vários níveis de inclusão e posterior análise de regressão gera estimativas mais precisas.

O FAD apresentou baixa digestibilidade da proteína bruta o que pode explicar a piora no desempenho de suínos com a inclusão desse ingrediente, mesmo em dietas isoenergéticas. Além da proteína, os demais nutrientes analisados apresentaram um aproveitamento limitado, sugerindo assim, novos estudos com a utilização de enzimas. Essas enzimas poderiam atuar principalmente nos PNA e no ácido fítico presente no FAD, melhorando dessa maneira sua eficiência com ingrediente alternativo na dieta de suínos.

Faltam informações sobre a composição química dos ingredientes estudados e também sobre a fase de criação e/ou peso vivo dos suínos nos trabalhos encontrados na literatura, bem como há variação da metodologia nos ensaios de digestibilidade, dificultando a discussão dos resultados do presente estudo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADEOLA, O.; SANDS, J.S. Does supplementary microbial phytase improve amino acid utilization? A perspective that it does not. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.81, p. E78-E85, 2003.
- BACH KNUDSEN, K.E. The nutritional significance of "dietary fiber" analysis. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v.90, n.3, p.3-20, 2001.
- BARTELT, J.; JADAMUS, A.; WIESE, F.; SWIECH, E.; BURACZEWSKA, L.; SIMON, O. Apparent precaecal digestibility of nutrients and level of endogenous nitrogen in digesta of the small intestine of growing pigs as affected by various digesta viscosities. **Arch Tierernahr**, Berlin, v.56, n.2, p.93-107, 2002.
- BEDFORD, M.R. Exogenous enzymes in monogastric nutrition: their current value and future benefits. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v.86, p.1-13, 2000.
- BORIN Jr., H.; GAI, J. N.; SILVEIRA, J.C.G. Efeitos da adição de diferentes níveis de farelo de arroz desengordurado em rações para suínos nas fases de crescimento e terminação. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.17, n.6, p.553-563, 1988.
- CAMPBELL, G.L.; CAMPBELL, L.D.; BLAIR, R. Calculation of metabolizable energy for ingredients incorporated at low levels into a reference diet. **Poultry Science**, Champaign, v.62, n.5, p.705-707, 1983.
- CARRÉ, B. The quimical and biological bases of a calculation system developed for predicting dietary energy values: a poultry model. In: FULLER, M.F. (Ed.). **In vitro digestion for pigs and poultry**. 2 ed. New York: CAB International, 1993. p.67-85.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos 2008/09: décimo primeiro levantamento**. Brasília, 2008. 39 p.
- COSGROVE, D.J. The chemistry and biochemistry of inositol polyphosphates.

- Reviews of Pure and Applied Chemistry**, Oxford, v.16, p.209-224, 1966.
- DIERICK, N.A.; VERVAEKE I.J.; DECUYPERE J.A.; HENDERICKX H.K. Bacterial protein synthesis in relation to organic matter digestion in the hindgut of growing pig; contribution of hindgut fermentation to total energy supply and growth performances. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, Oxford, v.63, p.220-235, 1990.
- DIERICK, N.A.; VERVAEKE, I.J.; DEMEYER, D.I.; DECUYPERE, J.A. Approach to the energetic importance of fibre digestion in pigs. I. Importance of fermentation in the overall energy supply. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v.23, p.141-167, 1989.
- DOMENE, S.M.A. **Estudo do valor nutritivo mineral do farelo de arroz. Utilização do zinco, ferro, cobre e cálcio pelo rato em crescimento.** 1996. 104 f. Tese (Doutorado em Ciência da Nutrição) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1996.
- FIALHO, E.T.; BARBOSA, H.P.; ALBINO, L.F.T. Chemical composition, digestible protein and energy values of some alternative feedstuffs for pigs in Brazil. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v.55, p.239-245, 1995.
- FUNDACIÓN ESPAÑOLA PARA EL DESARROLLO DE LA NUTRICIÓN ANIMAL - FEDNA. **Tablas fedna de composición y valor nutritivo de alimentos para la fabricación de piensos compuestos.** 2.ed. Madrid: 2003. Online. Disponível em: <<http://www.etsia.upm.es/fedna/tablas.htm>>. Acesso em: 02/10/2009.
- HENN, J.D.; RIBEIRO, A.M.L.; KESSLER, A.M. Comparação do valor nutritivo de farinhas de sangue e de farinhas de vísceras para suínos utilizando-se o método da proteína e gordura digestíveis e o método de substituição. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.35, n.4, p.1366-1372, 2006.
- HUISMAN, J.; TOLMAN, G.H. Antinutritional factors in the plant proteins of diets for non-ruminants. In: GARNSWORTHY, P.C.; HARESIGN, W.; COLE, D.J.A. (Eds) **Recent Advances in Animal Nutrition**. Oxford: Butterworth-Heinemann, 1992. p. 3-32.
- JORGENSEN, H.; SERENA, A.; HEDEMANN, M.S.; BACH KNUDSEN, K.E. The fermentative capacity of growing pigs and adult sows fed diets with contrasting type and level of dietary fibre. **Livestock Science**, Bucksburn, v.109, p.111-114, 2007.
- LAMMERS, P.J.; KERR, B.J.; WEBER, T.E.; DOZIER, W.A.; KIDD, M.T.; BREGENDAHL, K.; HONEYMAN, M.S. Digestible and metabolizable energy of crude glycerol for growing pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.86, p.602-608, 2008.

- LE GOFF, G.; DUBOIS S.; VAN MILGEN, J.; NOBLET, J., Influence of dietary fibre level on digestive and metabolic utilisation of energy in growing and finishing pigs. **Animal Research**, Saint Gilles, v.51, p.245-259, 2002a.
- LE GOFF, G.; NOBLET, J. Comparative total tract digestibility of dietary energy and nutrients in growing pigs and adult sows. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.79, p.2418–2427, 2001.
- LE GOFF, G.; VAN MILGEN, J.; NOBLET, J. Influence of dietary fibre on digestive utilization and rate of passage in growing pigs, finishing pigs and adult sows. **Animal Science**, Cambridge, v.74, p.503-515, 2002b.
- LIAO, S. F.; SAUER, W.C.; KIES, A.K. Supplementation of microbial phytase to swine diets: effects on utilization of nutrients. In NAKANO, T.; OZIMEK, L. (Eds.) **Food Science and Product Technology**. Kerala: Research Signpost, 2002. p.199-227.
- LIMA, G.J.M.M.; MARTINS, R.R.; ZANOTTO, D.L.; BRUM, P.A.R. **Composição química e valores de energia de subprodutos do beneficiamento de arroz**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2000. 2p. (Comunicado Técnico 244). Disponível em: www.cnpesa.embrapa.br/sgc/sgc_publicacoes/cot244.pdf. Acesso em: 03/08/2009.
- LINDBERG, J.E.; ANDERSSON, C. The nutritive value of barley-based diets with forage meal inclusion for growing pigs based on total tract digestibility and nitrogen utilization. **Livestock Production Science**, Bucksburn, v.56, p.43-52, 1998.
- LUCHESI, J.B.; JUSTINO, E. Matérias primas alternativas na alimentação de frangos de corte e matrizes. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2003, Campinas. **Anais...** Campinas, 2003. p.137. CD-ROM.
- LUDKE, M.C.M.M.; LÓPES, J.; LUDKE, J.V.; NICOLAIEWKY, S. Utilização da fitase em dietas com ou sem farelo de arroz desengordurado para suínos em crescimento/terminação. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.31, n.5, p.2002-2010, 2002.
- MALATHI, V.; DEVEGOWDA, G. In vitro evaluation of nonstarch polysaccharide digestibility of feed ingredients by enzymes. **Poultry Science**, Champaign, v.80, n.3, p.302-305, 2001.
- MATEOS, G.G.; SELL, J.L. True and apparent metabolizable energy value of fat for laying hens: Influence of level use. **Poultry Science**, Champaign, v.59, p.369-373, 1980.

- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dogs and cats**. 2ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 2006. 155p.
- NEVES, A. C. G. **Estudo da comparação química, da digestibilidade, da aditividade e dos valores energéticos de alguns alimentos para suínos em duas fases**. 1993. 63f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Faculdade de Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1993.
- NOBLET, J.; PEREZ, J.M. Prediction of digestibility of nutrients and energy values of pig diets from chemical analysis. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.71, p.3389-3398, 1993.
- NOBLET, J.; SHI, X.S. Effect of body weight on digestive utilization of energy and nutrients of ingredients and diets in pigs. **Livestock Production Science**, Bucksburn, v.37, p.323-338, 1994.
- NOBLET, J.; VAN MILGEN, J. Energy value of pig feeds: effect of pig bodyweight and energy evaluation system. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.82, p.229-238, 2004.
- PAGAN, J.D. Nutrient digestibility in horses. In: SHORT COURSE: FEEDING THE PERFORMANCE HORSE, 1994, Lexington. **Proceedings...** Lexington, 1994. p.127-136.
- RAMONET, Y.; MILGEN, J.V.; DOURMAD, J.Y.; DUBOIS, S.; MEUNIER-SALAUN, M.C.; NOBLET, J. The effect of dietary fibre on energy utilisation and partitioning of heat production over pregnancy in sows. **British Journal of Nutrition**, Wallingford, v.84, p.85-94, 2000.
- RIJNEN, M.M.J.A. **Energetic utilisation of dietary fiber in pigs**. 2003 159 f. Ph.D. Thesis - Wageningen University, Wageningen, The Netherlands. 2003.
- RODRÍGUEZ, M.L.; ORTIZ, L.T.; ALZUETA, C.; REBOLÉ, A.; TREVIÑO, J. Nutritive value of high-oleic acid sunflower seed for broiler chickens. **Poultry Science**, Champaign, v.84, n.3, p. 395-402, 2005.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELLE, J.L.; GOMES, P.C.; OLIVEIRA, R.F.; LOPES, D.C.; FERREIRA, A.S.; BARRETO, S.L.T. **Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 2 ed. Viçosa: Departamento de Zootecnia da UFV, 2005. 186p.
- SCHNEIDER, B.H.; FLATT, W.P. **The evaluation of feeds through digestibility experiments**. Athens: The university of Georgia Press, 1975. 423p.

- SCHULZE, H.; VAN LEEUWEN, P.; VERSTEGEN, M.W.; HUISMAN, J.; SOUFFRANT, W.B.; AHRENS, F. Effect of level of dietary neutral detergent fiber on ileal apparent digestibility and ileal nitrogen losses in pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.72, p.2362-2368, 1994.
- SELLE P.H.; RAVINDRAN V. Phytate-degrading enzymes in pig nutrition. **Livestock Science**, Bucksburn, v.113, p.99-122, 2008.
- SELLE, P.H.; RAVINDRAN, V.; CALDWELL, R.A.; BRYDEN W.L. Phytate and phytase: Consequences for protein utilisation. **Nutrition Research Reviews**, Cambridge, v.13, p.255-278, 2000.
- SHIBUTA, N.; NAKANE, R.; YASUI, A.; TANAKA, K.; IWASAKI, T. Comparative studies on cell wall preparations from rice bran, germ, and endosperm. **Cereal Chemistry**, Saint Paul, v.62, n.4, p.252-258, 1985.
- SIBBALD, I.R.; SLINGER, S.J. A biological assay for metabolizable energy in feed ingredients together with findings which demonstrate some of the problems associated with the evaluation of fats. **Poultry Science**, Champaign, v.42, p.313-325, 1963.
- SILVA, Y.L.; PEIXOTO, R.R.; PEIXOTO, C.R. Efeito da rancidez no valor nutricional do farelo de arroz com alto teor de gordura para poedeiras. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.19, n.1, p.23-30, 1990.
- TEIXEIRA, A.S. **Alimentos e alimentação dos animais**. Lavras: UFLA. FAEPE, 1997. 402 p.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. Ithaca: Comstock Publication Association, 1994. 476p.
- VAREL, V.H.; YEN, J.T. Microbial perspective on fiber utilization by swine. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.75, p.2715-2722, 1997.
- WARREN, B.E.; FARRELL, D.J. The nutritive value of full-fat and defatted Australian rice bran. II. Growth studies with chickens, rats and pigs. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v.27, p.229-246, 1990.
- WEREMKO, D.; FANDREJEWSKI, H.; ZEBROWSKA, T.; HAN, K.; KIN, J.H.; CHO, W.T. Bioavailability of phosphorus in feeds of plant origin for pigs – Review. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, Korea, v.10, p.551, 1997.
- WISEMAN, J.; LESSIRE, M. Interactions between fats of differing chemical content: apparent metabolizable energy values of fats for broiler chicks. **British Poultry Science**, Cambridge, v.28, p.663-676, 1987.

APÊNDICE

APÊNDICE A – Observações experimentais – CAPÍTULO II

Nível FAD, %	Fase	Peso Inicial kg	Peso Final kg	Consumo MS g/dia	Digest. MS, % Dieta	Digest. MS, % FAD
0	Crescimento	52,50	60,00	9701,12	87,94	-
0	Crescimento	49,00	55,00	9307,73	87,61	-
0	Crescimento	55,00	58,00	9975,71	88,78	-
0	Crescimento	49,50	57,00	8926,35	85,67	-
15	Crescimento	48,50	54,00	9254,28	84,33	69,99
15	Crescimento	54,00	60,00	9870,38	83,75	66,08
15	Crescimento	48,00	53,50	9196,92	83,09	61,71
15	Crescimento	47,50	55,00	9139,32	83,88	66,95
30	Crescimento	52,00	56,00	9664,26	77,67	56,06
30	Crescimento	49,50	54,00	9885,60	77,99	57,15
30	Crescimento	47,50	51,00	9153,41	76,29	51,45
30	Crescimento	47,00	51,50	9095,47	78,06	57,38
45	Crescimento	52,00	56,00	9689,18	77,33	44,05
45	Crescimento	53,50	56,00	9855,93	72,16	65,44
45	Crescimento	47,00	49,50	9118,93	74,99	53,90
45	Crescimento	52,00	54,50	9689,18	87,94	60,22
0	Terminação	96,00	99,50	2764,83	91,70	-
0	Terminação	98,50	105,0	2780,68	90,37	-
0	Terminação	88,50	90,00	2659,54	92,20	-
0	Terminação	97,50	99,00	2300,58	92,91	-
0	Terminação	96,00	101,00	2792,56	90,72	-
15	Terminação	93,50	101,50	2742,64	86,35	57,09
15	Terminação	94,50	96,50	2760,20	84,35	43,85
15	Terminação	89,00	94,00	2662,66	85,29	50,06
15	Terminação	101,00	107,50	2773,97	87,23	62,90
30	Terminação	95,00	100,00	2416,14	83,09	63,37
30	Terminação	90,50	94,00	2698,64	81,48	58,02
30	Terminação	93,50	100,00	2751,96	80,68	55,36
30	Terminação	101,00	106,00	2818,64	82,50	61,39
45	Terminação	92,00	96,00	2729,05	74,81	54,36
45	Terminação	99,50	105,00	2860,44	70,52	44,85
45	Terminação	94,50	100,00	2773,31	75,69	56,32
45	Terminação	93,00	98,00	2387,48	77,05	59,33

Continuação Observações experimentais – CAPÍTULO II

Digest. MO, % Dieta	Digest. MO, % FAD	Digest. PB, % Dieta	Digest. PB, % FAD	Digest. FDN, % Dieta	Digest. FDN, % FAD	Digest. FDA, % Dieta	Digest. FDA, % FAD
90,15	-	86,66	-	69,10	-	50,30	-
89,28	-	84,34	-	65,63	-	41,27	-
90,57	-	88,71	-	68,25	-	45,98	-
86,65	-	80,95	-	56,42	-	21,76	-
86,97	77,98	82,09	64,82	61,34	75,81	35,38	72,75
86,55	75,36	83,33	73,72	58,46	72,12	33,45	71,53
85,75	70,40	80,27	51,75	60,07	74,19	36,57	73,50
86,60	75,69	83,45	74,61	61,63	76,18	39,75	75,51
81,56	67,61	75,59	54,07	57,77	65,17	26,37	59,74
82,00	68,98	76,90	58,60	57,82	65,22	26,92	60,08
80,20	63,45	70,56	36,72	56,09	63,37	28,70	61,19
81,69	68,03	75,77	54,72	56,18	63,47	25,56	59,23
72,41	56,81	60,77	31,45	51,86	55,42	23,80	44,41
81,25	74,71	77,54	69,34	65,62	69,73	45,66	61,20
76,16	64,39	67,20	45,97	57,15	60,93	34,67	52,76
79,14	70,42	77,43	69,09	57,30	61,08	34,42	52,56
93,19	-	91,41	-	83,31	-	69,54	-
91,88	-	89,51	-	82,63	-	68,60	-
93,67	-	92,33	-	87,10	-	76,91	-
94,15	-	91,86	-	87,81	-	78,64	-
92,02	-	90,14	-	77,64	-	62,43	-
89,01	68,35	85,90	62,51	66,49	62,43	44,16	71,25
87,01	55,69	83,50	47,09	61,98	54,98	36,30	66,45
87,88	61,23	83,70	48,34	65,68	61,09	43,26	70,69
89,34	70,43	85,16	57,72	71,14	70,12	55,00	77,87
86,15	72,75	83,12	67,97	66,39	66,64	43,08	67,64
84,72	68,35	82,45	65,81	63,17	62,75	38,80	65,05
83,83	65,59	79,51	56,43	60,53	59,54	37,27	64,12
85,68	71,30	82,38	65,58	65,94	66,10	46,18	69,53
78,91	65,27	77,31	60,76	55,38	55,12	30,70	51,12
75,50	58,35	71,72	48,27	51,88	51,30	25,83	47,60
79,78	67,05	79,32	65,25	61,10	61,37	43,40	60,29
80,83	69,18	79,11	64,77	62,09	62,45	40,33	58,08

Continuação Observações experimentais – CAPÍTULO II

Digest. EB, % Dieta	Digest. EB, % FAD	Metabol. EB, % Dieta	Metabol. EB, % FAD	ED kcal kg ⁻¹ Dieta	ED kcal kg ⁻¹ FAD	EM kcal kg ⁻¹ Dieta	EM kcal kg ⁻¹ FAD
89,43	-	86,59	-	3556,91	-	3444,04	-
88,26	-	86,75	-	3510,73	-	3450,34	-
89,46	-	86,77	-	3558,46	-	3451,44	-
85,48	-	82,57	-	3400,06	-	3284,17	-
86,77	79,79	83,93	75,73	3424,98	2901,29	3312,80	2753,65
86,00	74,19	83,38	71,71	3394,44	2697,72	3290,86	2607,33
85,20	68,41	80,38	50,01	3362,88	2487,28	3172,52	1818,39
86,30	76,34	85,02	83,62	3406,13	2775,63	3355,84	3040,53
82,56	68,42	79,85	65,48	3235,41	2487,85	3129,17	2380,83
82,13	66,90	79,24	63,31	3218,82	2432,55	3105,54	2302,08
79,30	56,73	77,06	55,45	3107,92	2062,88	3019,79	2016,25
82,28	67,42	79,62	64,67	3224,48	2451,40	3120,37	2351,52
72,75	52,03	70,35	49,92	2806,70	1891,92	2713,94	1815,24
82,01	73,88	79,20	70,81	3164,13	2686,22	3055,62	2574,54
77,43	63,06	75,22	61,43	2987,15	2292,93	2902,16	2233,52
80,34	69,92	77,92	67,77	3099,39	2542,35	3006,01	2464,29
89,08	-	89,08	-	3666,30	-	3556,88	-
87,62	-	87,62	-	3619,85	-	3498,68	-
89,03	-	89,03	-	3685,24	-	3554,91	-
89,66	-	89,66	-	3709,99	-	3579,96	-
88,55	-	88,55	-	3630,46	-	3535,97	-
85,71	66,13	85,71	66,13	3504,42	2471,85	3396,73	2417,43
83,54	50,44	83,54	50,44	3419,89	1908,32	3310,70	1843,89
84,57	57,88	84,57	57,88	3462,09	2189,68	3351,48	2115,82
86,65	72,88	86,65	72,88	3534,32	2671,19	3433,74	2664,20
81,63	62,98	81,63	62,98	3378,29	2634,59	3196,64	2302,33
81,79	63,54	81,79	63,54	3324,79	2456,26	3202,75	2322,69
82,29	65,35	82,29	65,35	3300,89	2376,59	3222,66	2389,05
82,27	65,25	82,27	65,25	3339,43	2505,09	3221,52	2385,27
76,89	61,73	76,89	61,73	3011,78	2330,23	2914,24	2256,57
73,14	53,09	73,14	53,09	2892,64	2065,48	2772,07	1940,64
77,31	62,69	77,31	62,69	3045,50	2405,17	2929,98	2291,55
76,89	61,72	76,89	61,72	3080,42	2482,76	2914,12	2256,32

APÊNDICE B – Análises Estatísticas – CAPÍTULO II

FASE DE CRESCIMENTO

Analysis of Variance for Digestibilidade da Matéria Seca da Ração (DigMSrac)

Dependent Variable: DigMSrac

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	361.2901325	120.4300442	61.84	<.0001
Error	11	21.4223243	1.9474840		
Corrected Total	14	382.7124567			

Polynomial Regression - DigMSrac versus Nivel

Polynomial Regression Analysis

Dependent variable: DigMSrac

Parameter	Estimate	Standard Error	T Statistic	P-Value
CONSTANT	87,5742	0,636846	137,512	0,0000
Nivel	-0,298607	0,023985	-12,4497	0,0000

Analysis of Variance for Digestibilidade da Matéria Seca do FAD (DigMSfad)

Dependent Variable: DigMSfad

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	229.7753494	114.8876747	7.36	0.0154
Error	8	124.9505788	15.6188223		
Corrected Total	10	354.7259282			

Analysis of Variance for Digestibilidade da Matéria Orgânica da Ração (DigMOrac)

Dependent Variable: DigMOrac

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	248.5227967	82.8409322	44.95	<.0001
Error	11	20.2716506	1.8428773		
Corrected Total	14	268.7944473			

Polynomial Regression - DigMOrac versus Nivel

Polynomial Regression Analysis

Dependent variable: DigMOrac

Parameter	Estimate	Standard Error	T Statistic	P-Value
CONSTANT	89,5919	0,582586	153,783	0,0000
Nivel	-0,248231	0,0219414	-11,3134	0,0000

Analysis of Variance for Digestibilidade da Matéria Orgânica do FAD (DigMOfad)

Dependent Variable: DigMOfad DigMOfad

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	125.5868915	62.7934457	4.92	0.0405
Error	8	102.1939484	12.7742435		
Corrected Total	10	227.7808398			

Analysis of Variance for Digestibilidade da Proteína Bruta da Ração (DigPBrac)

Dependent Variable: DigPBrac DigPBrac

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	364.6904841	121.5634947	11.14	0.0012
Error	11	120.0509859	10.9137260		
Corrected Total	14	484.7414700			

Polynomial Regression - DigPBrac versus Nivel

Polynomial Regression Analysis

Dependent variable: DigPBrac

Parameter	Estimate	Standard Error	T Statistic	P-Value
CONSTANT	85,6258	1,43527	59,6585	0,0000
Nivel	-0,290558	0,0540553	-5,3752	0,0001

Analysis of Variance for Digestibilidade da Proteína Bruta do FAD (DigPBfad)

Dependent Variable: DigPBfad DigPBfad

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	186.5413372	93.2706686	0.92	0.4420
Error	7	710.0797574	101.4399653		
Corrected Total	9	896.6210947			

Analysis of Variance for Digestibilidade da Fibra em Detergente Neutro da Ração (DigFDNrac)

Dependent Variable: DgFDNrac DgFDNrac

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	176.7313138	58.9104379	7.29	0.0058
Error	11	88.9048691	8.0822608		
Corrected Total	14	265.6361829			

Polynomial Regression - DgFDNrac versus Nivel

Polynomial Regression Analysis

Dependent variable: DgFDNrac

Parameter	Estimate	Standard Error	T Statistic	P-Value
CONSTANT	66,3786	1,35121	49,1253	0,0000
Nivel	-0,586869	0,146545	-4,0047	0,0017
Nivel^2	0,0097714	0,00320308	3,05062	0,0101

Analysis of Variance for Digestibilidade da Fibra em Detergente Neutro do FAD (DigFDNfad)

Dependent Variable: DigFDNfad DigFDNfad

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	277.5294293	138.7647146	17.28	0.0012
Error	8	64.2560546	8.0320068		
Corrected Total	10	341.7854838			

Analysis of Variance for Digestibilidade da Fibra em Detergente Ácido da Ração (DigFDArac)

Dependent Variable: DgFDArac DgFDArac

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	555.7821628	185.2607209	8.74	0.0030
Error	11	233.1133330	21.1921212		
Corrected Total	14	788.8954957			

Polynomial Regression - DgFDArac versus Nivel

Polynomial Regression Analysis

Dependent variable: DgFDArac

Parameter	Estimate	Standard Error	T Statistic	P-Value
CONSTANT	44,3544	2,59271	17,1074	0,0000
Nivel	-1,06495	0,281192	-3,78727	0,0026
Nivel^2	0,019899	0,00614609	3,23767	0,0071

Analysis of Variance for Digestibilidade da Fibra em Detergente Ácido do FAD (DigFDAfad)

Dependent Variable: DigFDAfad DigFDAfad

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	624.5916526	312.2958263	42.34	<.0001
Error	8	59.0020077	7.3752510		
Corrected Total	10	683.5936603			

Analysis of Variance for Digestibilidade da Energia Bruta da Ração (DigEBrac)

Dependent Variable: DigEBrac DigEBrac

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	167.0765102	55.6921701	24.52	<.0001
Error	11	24.9833106	2.2712101		
Corrected Total	14	192.0598208			

Polynomial Regression - DigEBrac versus Nivel

Polynomial Regression Analysis

Dependent variable: DigEBrac

Parameter	Estimate	Standard Error	T Statistic	P-Value
CONSTANT	88,507	0,644065	137,419	0,0000
Nivel	-0,202116	0,0242569	-8,33231	0,0000

Analysis of Variance for Digestibilidade da Energia Bruta do FAD (DigFBfad)

Dependent Variable: DigEBfad DigEBfad

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	194.0801469	97.0400734	3.56	0.0782
Error	8	217.8185573	27.2273197		
Corrected Total	10	411.8987042			

Analysis of Variance for Metabolizabilidade da Energia Bruta da Ração (DigFBrac)

Dependent Variable: MetEBrac MetEBrac

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	161.9438065	53.9812688	17.51	0.0002
Error	11	33.9210016	3.0837274		
Corrected Total	14	195.8648081			

Polynomial Regression - MetEBrac versus Nivel

Polynomial Regression Analysis

Dependent variable: MetEBrac

Parameter	Estimate	Standard Error	T Statistic	P-Value
CONSTANT	85,7962	0,727986	117,854	0,0000
Nivel	-0,19922	0,0274175	-7,26614	0,0000

Analysis of Variance for Metabolizabilidade da Energia Bruta do FAD (DigFBfad)

Dependent Variable: MetEBfad MetEBfad

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	129.6405852	64.8202926	0.71	0.5201
Error	8	730.0988814	91.2623602		
Corrected Total	10	859.7394666			

Analysis of Variance for Energia Digestível da Ração (EDrac)

Dependent Variable: EDraçao EDraçao

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	405609.9698	135203.3233	38.97	<.0001
Error	11	38164.3061	3469.4824		
Corrected Total	14	443774.2760			

Polynomial Regression - EDracao versus Nivel

Polynomial Regression Analysis

Dependent variable: EDracao

Parameter	Estimate	Standard Error	T Statistic	P-Value
CONSTANT	3523,77	24,4829	143,928	0,0000
Nivel	-10,0504	0,922078	-10,8998	0,0000

Analysis of Variance for Energia Digestível do FAD (EDfad)

Dependent Variable: EDfad EDfad

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	326417.4798	163208.7399	3.56	0.0782
Error	8	366342.3883	45792.7985		
Corrected Total	10	692759.8681			

Analysis of Variance for Energia Metabolizável da Ração (EMrac)

Dependent Variable: EMfad EMfad

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	218038.546	109019.273	0.71	0.5201
Error	8	1227931.041	153491.380		
Corrected Total	10	1445969.588			

Polynomial Regression - EMracao versus Nivel

Polynomial Regression Analysis

Dependent variable: EMracao

Parameter	Estimate	Standard Error	T Statistic	P-Value
CONSTANT	3415,88	27,8932	122,463	0,0000
Nivel	-9,87276	1,05052	-9,398	0,0000

Analysis of Variance for Energia Metabolizável do FAD (EMfad)

Dependent Variable: EMfad EMfad

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	171391.284	85695.642	0.71	0.5201
Error	8	965226.934	120653.367		
Corrected Total	10	1136618.218			

FASE DE TERMINAÇÃO

Analysis of Variance for Digestibilidade da Matéria Seca da Ração (DigMSrac)

Dependent Variable: DigMSrac DigMSrac

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	506.8948925	168.9649642	134.94	<.0001
Error	12	15.0259955	1.2521663		
Corrected Total	15	521.9208880			

Polynomial Regression - DigMSrac versus Nivel

Polynomial Regression Analysis

Dependent variable: DigMSrac

Parameter	Estimate	Standard Error	T Statistic	P-Value
CONSTANT	91,4564	0,446248	204,945	0,0000
Nivel	-0,339294	0,0173579	-19,547	0,0000

Analysis of Variance for Digestibilidade da Matéria Seca do FAD (DigMSfad)

Dependent Variable: DigMSfad DigMSfad

Sum of

Source	DF	Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	73.4302950	36.7151475	1.14	0.3654
Error	8	256.6015135	32.0751892		
Corrected Total	10	330.0318084			

Analysis of Variance for Digestibilidade da Matéria Orgânica da Ração (DigMOrac)

Dependent Variable: DigMOrac DigMOrac

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	351.7741231	117.2580410	112.65	<.0001
Error	12	12.4911928	1.0409327		
Corrected Total	15	364.2653159			

Polynomial Regression - DigMOrac versus Nivel

Polynomial Regression Analysis

Dependent variable: DigMOrac

Parameter	Estimate	Standard Error	T Statistic	P-Value
CONSTANT	92,9402	0,404281	229,89	0,0000
Nivel	-0,282539	0,0157254	-17,967	0,0000

Analysis of Variance for Digestibilidade da Matéria Orgânica do FAD (DigMOfad)

Dependent Variable: DigMOfad DigMOfad

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	62.5798223	31.2899112	1.43	0.2942
Error	8	174.9104345	21.8638043		
Corrected Total	10	237.4902568			

Analysis of Variance for Digestibilidade da Proteína Bruta da Ração (DigPBrac)

Dependent Variable: DigPBrac DigPBrac

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	346.0746365	115.3582122	69.89	<.0001
Error	12	19.8075704	1.6506309		
Corrected Total	15	365.8822069			

Polynomial Regression - DigPBrac versus Nivel

Polynomial Regression Analysis

Dependent variable: DigPBrac

Parameter	Estimate	Standard Error	T Statistic	P-Value
CONSTANT	90,2162	0,608203	148,333	0,0000
Nivel	-0,275363	0,0236575	-11,6396	0,0000

Analysis of Variance for Digestibilidade da Proteína Bruta do FAD (DigPBfad)

Dependent Variable: DigPBfad DigPBfad

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	248.6986513	124.3493256	3.87	0.0667
Error	8	257.0576742	32.1322093		
Corrected Total	10	505.7563254			

Analysis of Variance for Digestibilidade da Fibra em Detergente Neutro da Ração (DigFDNrac)

Dependent Variable: DgFDNrac DgFDNrac

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	1464.746421	488.248807	37.21	<.0001
Error	12	157.459426	13.121619		
Corrected Total	15	1622.205846			

Polynomial Regression - DgFDNrac versus Nivel

Polynomial Regression Analysis

Dependent variable: DgFDNrac

Parameter	Estimate	Standard Error	T Statistic	P-Value
CONSTANT	83,012	1,78859	46,4119	0,0000
Nivel	-1,16397	0,205898	-5,65317	0,0001
Nivel^2	0,0148315	0,00460188	3,22293	0,0067

Analysis of Variance for Digestibilidade da Fibra em Detergente Neutro do FAD (DigFDNfad)

Dependent Variable: DigFDNfad DigFDNfad

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	29.0401687	14.5200843	0.65	0.5498
Error	8	180.0308737	22.5038592		
Corrected Total	10	209.0710424			

Analysis of Variance for Digestibilidade da Fibra em Detergente Ácido da Ração (DigFDArac)

Dependent Variable: DgFDArac DgFDArac

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	3074.430569	1024.810190	25.07	<.0001
Error	12	490.473693	40.872808		
Corrected Total	15	3564.904262			

Polynomial Regression - DgFDArac versus Nivel

Polynomial Regression Analysis

Dependent variable: DgFDArac

Parameter	Estimate	Standard Error	T Statistic	P-Value
CONSTANT	70,309	2,96706	23,6965	0,0000
Nivel	-1,87916	0,341559	-5,50173	0,0001
Nivel^2	0,0266286	0,00763396	3,48818	0,0040

Analysis of Variance for Digestibilidade da Fibra em Detergente Ácido do FAD (DigFDAfad)

Dependent Variable: DigFDAfad DigFDAfad

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	394.8964706	197.4482353	12.09	0.0038
Error	8	130.7012290	16.3376536		
Corrected Total	10	525.5976996			

Analysis of Variance for Digestibilidade da Energia Bruta da Ração (DigEBrac)

Dependent Variable: DigEBrac DigEBrac

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	259.2167612	86.4055871	86.44	<.0001
Error	12	11.9958748	0.9996562		
Corrected Total	15	271.2126360			

Polynomial Regression - DigEBrac versus Nivel

Polynomial Regression Analysis

Dependent variable: DigEBrac

Parameter	Estimate	Standard Error	T Statistic	P-Value
CONSTANT	91,7465	0,402801	227,771	0,0000
Nivel	-0,242027	0,0156679	-15,4473	0,0000

Analysis of Variance for Digestibilidade da Energia Bruta do FAD (DigFBfad)

Dependent Variable: DigEBfad DigEBfad

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
--------	----	----------------	-------------	---------	--------

Model	2	50.0849194	25.0424597	0.71	0.5220
Error	8	283.7801766	35.4725221		
Corrected Total	10	333.8650960			

Analysis of Variance for Metabolizabilidade da Energia Bruta da Ração (DigFBrac)

Dependent Variable: MetEBrac MetEBrac					
		Sum of			
Source	DF	Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	281.3870285	93.7956762	136.55	<.0001
Error	12	8.2426402	0.6868867		
Corrected Total	15	289.6296687			

Polynomial Regression - MetEBrac versus Nivel

Polynomial Regression Analysis

Dependent variable: MetEBrac

Parameter	Estimate	Standard Error	T Statistic	P-Value
CONSTANT	88,9375	0,34218	259,914	0,0000
Nivel	-0,252477	0,0133099	-18,9691	0,0000

Analysis of Variance for Metabolizabilidade da Energia Bruta do FAD (DigFBfad)

Dependent Variable: MetEBfad MetEBfad					
		Sum of			
Source	DF	Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	14.2165118	7.1082559	0.20	0.8262
Error	8	290.8860060	36.3607508		
Corrected Total	10	305.1025178			

Analysis of Variance for Energia Digestível da Ração (EDrac)

Dependent Variable: EDraçao EDraçao					
		Sum of			
Source	DF	Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	756372.8694	252124.2898	162.42	<.0001
Error	12	18628.0258	1552.3355		
Corrected Total	15	775000.8951			

Polynomial Regression - EDraçao versus Nivel

Polynomial Regression Analysis

Dependent variable: EDraçao

Parameter	Estimate	Standard Error	T Statistic	P-Value
CONSTANT	3675,59	19,6026	187,505	0,0000
Nivel	-13,0026	0,76249	-17,0528	0,0000

Analysis of Variance for Energia Digestível do FAD (EDfad)

Dependent Variable: EDfad EDfad					
		Sum of			
Source	DF	Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	66926.8763	33463.4382	0.71	0.5220
Error	8	379206.3761	47400.7970		
Corrected Total	10	446133.2524			

Analysis of Variance for Energia Metabolizável da Ração (EMrac)

Dependent Variable: EMraçao EMraçao					
		Sum of			
Source	DF	Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	788416.8157	262805.6052	243.10	<.0001
Error	12	12972.4741	1081.0395		
Corrected Total	15	801389.2898			

Polynomial Regression - EMraçao versus Nivel

Polynomial Regression Analysis

Dependent variable: EMraca0

Parameter	Estimate	Standard Error	T Statistic	P-Value
CONSTANT	3562.81	17.9351	198,654	0,0000
Nivel	-13.2825	0,69773	-19,6429	0,0000

Analysis of Variance for Energia Metabolizável do FAD (EMfad)

Dependent Variable: EMfad EMfad

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	18997.0701	9498.5351	0.20	0.8262
Error	8	388701.6688	48587.7086		
Corrected Total	10	407698.7389			

APÊNDICE C – Normas utilizadas para redigir o Capítulo II

INSTRUÇÕES PARA SUBMISSÃO DE TRABALHOS NA REVISTA PAB

Os trabalhos enviados à PAB devem ser inéditos e não podem ter sido encaminhados a outro periódico científico ou técnico. Dados publicados na forma de resumos, com mais de 250 palavras, não devem ser incluídos no trabalho.

A Comissão Editorial faz análise dos trabalhos antes de submetê-los à assessoria científica. Nessa análise, consideram-se aspectos como: escopo; apresentação do artigo segundo as normas da revista; formulação do objetivo de forma clara; clareza da redação; fundamentação teórica; atualização da revisão da literatura; coerência e precisão da metodologia; resultados com contribuição significativa; discussão dos fatos observados frente aos descritos na literatura; qualidade das tabelas e figuras; originalidade e consistência das conclusões. Após a aplicação desses critérios, se o número de trabalhos aprovados ultrapassa a capacidade mensal de publicação, é aplicado o critério da relevância relativa, pelo qual são aprovados os trabalhos cuja contribuição para o avanço do conhecimento científico é considerada mais significativa. Esse critério só é aplicado aos trabalhos que atendem aos requisitos de qualidade para publicação na revista, mas que, em razão do elevado número, não podem ser todos aprovados para publicação. São considerados, para publicação, os seguintes tipos de trabalho: Artigos Científicos, Notas Científicas e Artigos de Revisão, este último a convite do Editor. Os trabalhos publicados na PAB são agrupados em áreas técnicas, cujas principais são: Entomologia, Fisiologia Vegetal, Fitopatologia, Fitotecnia, Fruticultura, Genética, Microbiologia, Nutrição Mineral, Solos e Zootecnia. O texto deve ser digitado no editor de texto Word, em espaço duplo, fonte Times New Roman, corpo 12, folha formato A4, margens de 2,5 cm, com páginas e linhas numeradas.

Escopo e política editorial

A revista Pesquisa Agropecuária Brasileira (PAB) é uma publicação mensal da Embrapa, que edita e publica trabalhos técnico-científicos originais, em português, espanhol ou inglês, resultantes de pesquisas de interesse agropecuário. A principal forma de contribuição é o Artigo, mas a PAB também publica Notas Científicas e Revisões a convite do Editor.

Análise dos artigos

A Comissão Editorial faz a análise dos trabalhos antes de submetê-los à assessoria científica. Nessa análise, consideram-se aspectos como escopo, apresentação do artigo segundo as normas da revista, formulação do objetivo de forma clara, clareza da redação, fundamentação teórica, atualização da revisão da literatura, coerência e precisão da metodologia, resultados com contribuição significativa, discussão dos fatos observados em relação aos descritos na literatura, qualidade das tabelas e figuras, originalidade e consistência das conclusões. Após a aplicação desses critérios, se o número de trabalhos aprovados ultrapassa a capacidade mensal de publicação, é aplicado o critério da relevância relativa, pelo qual são aprovados os trabalhos cuja contribuição para o avanço do conhecimento científico é considerada mais significativa. Esse critério é aplicado somente aos trabalhos que atendem aos requisitos de qualidade para publicação na revista, mas que, em razão do elevado número, não podem ser todos aprovados para publicação. Os trabalhos rejeitados são devolvidos aos autores e os demais são submetidos à análise de assessores científicos, especialistas da área técnica do artigo.

Forma e preparação de manuscritos

Os trabalhos enviados à PAB devem ser inéditos (não terem dados – tabelas e figuras – publicadas parcial ou integralmente em nenhum outro veículo de divulgação técnico-científica,

como boletins institucionais, anais de eventos, comunicados técnicos, notas científicas etc.) e não podem ter sido encaminhados simultaneamente a outro periódico científico ou técnico. Dados publicados na forma de resumos, com mais de 250 palavras, não devem ser incluídos no trabalho.- São considerados, para publicação, os seguintes tipos de trabalho: Artigos Científicos, Notas Científicas e Artigos de Revisão, este último a convite do Editor. Os trabalhos publicados na PAB são agrupados em áreas técnicas, cujas principais são: Entomologia, Fisiologia Vegetal, Fitopatologia, Fitotecnia, Fruticultura, Genética, Microbiologia, Nutrição Mineral, Solos e Zootecnia. O texto deve ser digitado no editor de texto Microsoft Word, em espaço duplo, fonte Times New Roman, corpo 12, folha formato A4, com margens de 2,5 cm e com páginas e linhas numeradas.

Informações necessárias na submissão on-line de trabalhos

No passo 1 da submissão (Início), em "comentários ao editor", informar a relevância e o aspecto inédito do trabalho.

No passo 2 da submissão (Inclusão de metadados), em "resumo da biografia" de cada autor, informar a formação e o grau acadêmico. Clicar em "incluir autor" para inserir todos os coautores do trabalho, na ordem de autoria. Ainda no passo 2, copiar e colar o título, resumo e termos para indexação (key words) do trabalho nos respectivos campos do sistema. Depois, ir à parte superior da tela, no campo "Idioma do formulário", e selecionar "English". Descer a tela (clicar na barra de rolagem) e copiar e colar o "title", "abstract" e os "index terms" nos campos correspondentes. (Para dar continuidade ao processo de submissão, é necessário que tanto o título, o resumo e os termos para indexação quanto o title, o abstract e os index terms do manuscrito tenham sido fornecidos.)

No passo 3 da submissão (Transferência do manuscrito), carregar o trabalho completo em arquivo Microsoft Word 1997 a 2003.

No passo 4 da submissão (Transferência de documentos suplementares), carregar, no sistema on-line da revista PAB, um arquivo Word com todas as cartas (mensagens) de concordância dos coautores coladas conforme as explicações abaixo: Colar um e-mail no arquivo word de cada coautor de concordância com o seguinte conteúdo: "Eu, ..., concordo com o conteúdo do trabalho intitulado "....." e com a submissão para a publicação na revista PAB.

Como fazer: Peça ao coautor que lhe envie um e-mail de concordância, encaminhe-o para o seu próprio e-mail (assim gerará os dados da mensagem original: assunto, data, de e para), marque todo o email e copie e depois cole no arquivo word. Assim, teremos todas as cartas de concordâncias dos co-autores num mesmo arquivo.

Organização do Artigo Científico

A ordenação do artigo deve ser feita da seguinte forma:

- Artigos em português - Título, autoria, endereços institucionais e eletrônicos, Resumo, Termos para indexação, título em inglês, Abstract, Index terms, Introdução, Material e Métodos, Resultados e Discussão, Conclusões, Agradecimentos, Referências, tabelas e figuras.

- Artigos em inglês - Título, autoria, endereços institucionais e eletrônicos, Abstract, Index terms, título em português, Resumo, Termos para indexação, Introduction, Materials and Methods, Results and Discussion, Conclusions, Acknowledgements, References, tables, figures.

- Artigos em espanhol - Título, autoria, endereços institucionais e eletrônicos, Resumen, Términos para indexación; título em inglês, Abstract, Index terms, Introducción, Materiales y Métodos, Resultados y Discusión, Conclusiones, Agradecimientos, Referencias, cuadros e figuras.

- O título, o resumo e os termos para indexação devem ser vertidos fielmente para o inglês, no caso de artigos redigidos em português e espanhol, e para o português, no caso de artigos redigidos em inglês.

- O artigo científico deve ter, no máximo, 20 páginas, incluindo-se as ilustrações (tabelas e figuras), que devem ser limitadas a seis, sempre que possível.

Título

Deve representar o conteúdo e o objetivo do trabalho e ter no máximo 15 palavras, incluindo-se os artigos, as preposições e as conjunções.

- Deve ser grafado em letras minúsculas, exceto a letra inicial, e em negrito.
- Deve ser iniciado com palavras chaves e não com palavras como "efeito" ou "influência".
- Não deve conter nome científico, exceto de espécies pouco conhecidas; neste caso, apresentar somente o nome binário.
- Não deve conter subtítulo, abreviações, fórmulas e símbolos.
- As palavras do título devem facilitar a recuperação do artigo por índices desenvolvidos por bases de dados que catalogam a literatura.

Nomes dos autores

Grafar os nomes dos autores com letra inicial maiúscula, por extenso, separados por vírgula; os dois últimos são separados pela conjunção "e", "y" ou "and", no caso de artigo em português, espanhol ou em inglês, respectivamente.

- O último sobrenome de cada autor deve ser seguido de um número em algarismo arábico, em forma de expoente, entre parênteses, correspondente à chamada de endereço do autor.

Endereço dos autores

São apresentados abaixo dos nomes dos autores, o nome e o endereço postal completos da instituição e o endereço eletrônico dos autores, indicados pelo número em algarismo arábico, entre parênteses, em forma de expoente. Devem ser agrupados pelo endereço da instituição.

- Os endereços eletrônicos de autores da mesma instituição devem ser separados por vírgula.

Resumo

O termo Resumo deve ser grafado em letras minúsculas, exceto a letra inicial, na margem esquerda, e separado do texto por travessão.

- Deve conter, no máximo, 200 palavras, incluindo números, preposições, conjunções e artigos.
- Deve ser elaborado em frases curtas e conter o objetivo, o material e os métodos, os resultados e a conclusão.
- Não deve conter citações bibliográficas nem abreviaturas.
- O final do texto deve conter a principal conclusão, com o verbo no presente do indicativo.

Termos para indexação

- A expressão Termos para indexação, seguida de dois-pontos, deve ser grafada em letras minúsculas, exceto a letra inicial.
- Os termos devem ser separados por vírgula e iniciados com letra minúscula.
- Devem ser no mínimo três e no máximo seis, considerando-se que um termo pode possuir duas ou mais palavras.
- Não devem conter palavras que componham o título.
- Devem conter o nome científico (só o nome binário) da espécie estudada.
- Devem, preferencialmente, ser termos contidos no **AGROVOC: Multilingual Agricultural Thesaurus** ou no **Índice de Assuntos da base SciELO**

Introdução

A palavra Introdução deve ser centralizada e grafada com letras minúsculas, exceto a letra inicial, e em negrito.

- Deve apresentar a justificativa para a realização do trabalho, situar a importância do problema científico a ser solucionado e estabelecer sua relação com outros trabalhos publicados sobre o assunto.
- O último parágrafo deve expressar o objetivo de forma coerente com o descrito no início do Resumo.

Material e Métodos

A expressão Material e Métodos deve ser centralizada e grafada em negrito; os termos Material e Métodos devem ser grafados com letras minúsculas, exceto as letras iniciais.

- Deve ser organizado, de preferência, em ordem cronológica.
- Deve apresentar a descrição do local, a data e o delineamento do experimento, e indicar os tratamentos, o número de repetições e o tamanho da unidade experimental.
- Deve conter a descrição detalhada dos tratamentos e variáveis.
- Deve-se evitar o uso de abreviações ou as siglas.- Os materiais e os métodos devem ser descritos de modo que outro pesquisador possa repetir o experimento.
- Devem ser evitados detalhes supérfluos e extensas descrições de técnicas de uso corrente.
- Deve conter informação sobre os métodos estatísticos e as transformações de dados.
- Deve-se evitar o uso de subtítulos; quando indispensáveis, grafá-los em negrito, com letras minúsculas, exceto a letra inicial, na margem esquerda da página.

Resultados e Discussão

A expressão Resultados e Discussão deve ser centralizada e grafada em negrito, com letras minúsculas, exceto a letra inicial.

- Todos os dados apresentados em tabelas ou figuras devem ser discutidos. As tabelas e figuras são citadas seqüencialmente.
- Os dados das tabelas e figuras não devem ser repetidos no texto, mas discutidos em relação aos apresentados por outros autores.
- Evitar o uso de nomes de variáveis e tratamentos abreviados. Dados não apresentados não podem ser discutidos.
- Não deve conter afirmações que não possam ser sustentadas pelos dados obtidos no próprio trabalho ou por outros trabalhos citados.
- As chamadas às tabelas ou às figuras devem ser feitas no final da primeira oração do texto em questão; se as demais sentenças do parágrafo referirem-se à mesma tabela ou figura, não é necessária nova chamada.
- Não apresentar os mesmos dados em tabelas e em figuras.
- As novas descobertas devem ser confrontadas com o conhecimento anteriormente obtido.

Conclusões

O termo Conclusões deve ser centralizado e grafado em negrito, com letras minúsculas, exceto a letra inicial.

- Devem ser apresentadas em frases curtas, sem comentários adicionais, com o verbo no presente do indicativo.
- Devem ser elaboradas com base no objetivo do trabalho.
- Não podem consistir no resumo dos resultados.
- Devem apresentar as novas descobertas da pesquisa.- Devem ser numeradas e no máximo cinco.

Agradecimentos

A palavra Agradecimentos deve ser centralizada e grafada em negrito, com letras minúsculas, exceto a letra inicial.

- Devem ser breves e diretos, iniciando-se com "Ao, Aos, À ou Às" (pessoas ou instituições).
- Devem conter o motivo do agradecimento.

Referências

A palavra *Referências* deve ser centralizada e grafada em negrito, com letras minúsculas, exceto a letra inicial.

- Devem ser de fontes atuais e de periódicos: pelo menos 70% das referências devem ser dos últimos 10 anos e 70% de artigos de periódicos.

- Devem ser normalizadas de acordo com a NBR 6023 da ABNT, com as adaptações descritas a seguir.
- Devem ser apresentadas em ordem alfabética dos nomes dos autores, separados por ponto-e-vírgula, sem numeração.
- Devem apresentar os nomes de todos os autores da obra.
- Devem conter os títulos das obras ou dos periódicos grafados em negrito.
- Devem conter somente a obra consultada, no caso de citação de citação.
- Todas as referências devem registrar uma data de publicação, mesmo que aproximada.
- Devem ser trinta, no máximo. Exemplos:
 - Artigos de Anais de Eventos (aceitos apenas trabalhos completos) AHRENS, S. A fauna silvestre e o manejo sustentável de ecossistemas florestais. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO SOBRE MANEJO FLORESTAL, 3., 2004, Santa Maria. **Anais**. Santa Maria: UFSM, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, 2004. p.153-162.
 - Artigos de periódicos SANTOS, M.A. dos; NICOLÁS, M.F.; HUNGRIA, M. Identificação de QTL associados à simbiose entre *Bradyrhizobium japonicum*, *B. elkanii* e soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, p.67-75, 2006.
 - Capítulos de livros AZEVEDO, D.M.P. de; NÓBREGA, L.B. da; LIMA, E.F.; BATISTA, F.A.S.; BELTRÃO, N.E. de M. Manejo cultural. In: AZEVEDO, D.M.P.; LIMA, E.F. (Ed.). **O agronegócio da mamona no Brasil**. Campina Grande: Embrapa Algodão; Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. p.121-160.
 - Livros OTSUBO, A.A.; LORENZI, J.O. **Cultivo da mandioca na Região Centro-Sul do Brasil**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste; Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2004. 116p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Sistemas de produção, 6).
 - Teses HAMADA, E. **Desenvolvimento fenológico do trigo (cultivar IAC 24 - Tucuruí), comportamento espectral e utilização de imagens NOAA-AVHRR**. 2000. 152p. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
 - Fontes eletrônicas EMBRAPA AGROPECUÁRIA OESTE. **Avaliação dos impactos econômicos, sociais e ambientais da pesquisa da Embrapa Agropecuária Oeste: relatório do ano de 2003**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2004. 97p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Documentos, 66). Disponível em: . Acesso em: 18 abr. 2006.

Citações

- Não são aceitas citações de resumos, comunicação pessoal, documentos no prelo ou qualquer outra fonte, cujos dados não tenham sido publicados.
- A autocitação deve ser evitada.
- Citação com dois autores: sobrenomes grafados com a primeira letra maiúscula, separados pelo "e" comercial (&), seguidos de vírgula e ano de publicação.
- Citação com mais de dois autores: sobrenome do primeiro autor grafado com a primeira letra maiúscula, seguido da expressão et al., em fonte normal, vírgula e ano de publicação.
- Citação de mais de uma obra: deve obedecer à ordem cronológica e em seguida à ordem alfabética dos autores.
- Citação de mais de uma obra dos mesmos autores: os nomes destes não devem ser repetidos; colocar os anos de publicação separados por vírgula.
- Citação de citação: sobrenome do autor e ano de publicação do documento original, seguido da expressão "citado por" e da citação da obra consultada.
- Deve ser evitada a citação de citação, pois há risco de erro de interpretação; no caso de uso de citação de citação, somente a obra consultada deve constar da lista de referências.
- Redação das citações fora de parênteses
- Citações com os nomes dos autores incluídos na sentença: seguem as orientações anteriores, com os anos de publicação entre parênteses; são separadas por vírgula.

Fórmulas, expressões e equações matemáticas

- Devem ser iniciadas à margem esquerda da página e apresentar tamanho padronizado da fonte

Times New Roman.

- Não devem apresentar letras em itálico ou negrito, à exceção de símbolos escritos convencionalmente em itálico.

Tabelas

- As tabelas devem ser numeradas seqüencialmente, com algarismo arábico, e apresentadas em folhas separadas, no final do texto, após as referências.

- Devem ser auto-explicativas.

- Seus elementos essenciais são: título, cabeçalho, corpo (colunas e linhas) e coluna indicadora dos tratamentos ou das variáveis.

- Os elementos complementares são: notas-de-rodapé e fontes bibliográficas.

- O título, com ponto no final, deve ser precedido da palavra Tabela, em negrito; deve ser claro, conciso e completo; deve incluir o nome (vulgar ou científico) da espécie e das variáveis dependentes.

- No cabeçalho, os nomes das variáveis que representam o conteúdo de cada coluna devem ser grafados por extenso; se isso não for possível, explicar o significado das abreviaturas no título ou nas notas-de-rodapé.

- Todas as unidades de medida devem ser apresentadas segundo o Sistema Internacional de Unidades.

- Nas colunas de dados, os valores numéricos devem ser alinhados pelo último algarismo.

- Nenhuma célula (cruzamento de linha com coluna) deve ficar vazia no corpo da tabela; dados não apresentados devem ser representados por hífen, com uma nota-de-rodapé explicativa.

- Na comparação de médias de tratamentos são utilizadas, no corpo da tabela, na coluna ou na linha, à direita do dado, letras minúsculas ou maiúsculas, com a indicação em nota-de-rodapé do teste utilizado e a probabilidade.

- Devem ser usados fios horizontais para separar o cabeçalho do título, e do corpo; usá-los ainda na base da tabela, para separar o conteúdo dos elementos complementares. Fios horizontais adicionais podem ser usados dentro do cabeçalho e do corpo; não usar fios verticais.

- As tabelas devem ser editadas em arquivo Word, usando os recursos do menu Tabela; não fazer espaçamento utilizando a barra de espaço do teclado, mas o recurso recuo do menu Formatar Parágrafo.

- Notas de rodapé das tabelas

- Notas de fonte: indicam a origem dos dados que constam da tabela; as fontes devem constar nas referências.

- Notas de chamada: são informações de caráter específico sobre partes da tabela, para conceituar dados. São indicadas em algarismo arábico, na forma de expoente, entre parênteses, à direita da palavra ou do número, no título, no cabeçalho, no corpo ou na coluna indicadora. São apresentadas de forma contínua, sem mudança de linha, separadas por ponto.

- Para indicação de significância estatística, são utilizadas, no corpo da tabela, na forma de expoente, à direita do dado, as chamadas ns (não-significativo); * e ** (significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente).

Figuras- São consideradas figuras: gráficos, desenhos, mapas e fotografias usados para ilustrar o texto.

- Só devem acompanhar o texto quando forem absolutamente necessárias à documentação dos fatos descritos.

- O título da figura, sem negrito, deve ser precedido da palavra Figura, do número em algarismo arábico, e do ponto, em negrito.

- Devem ser auto-explicativas.

- A legenda (chave das convenções adotadas) deve ser incluída no corpo da figura, no título, ou entre a figura e o título.

- Nos gráficos, as designações das variáveis dos eixos X e Y devem ter iniciais maiúsculas, e devem ser seguidas das unidades entre parênteses.

- Figuras não-originais devem conter, após o título, a fonte de onde foram extraídas; as fontes devem ser referenciadas.
- O crédito para o autor de fotografias é obrigatório, como também é obrigatório o crédito para o autor de desenhos e gráficos que tenham exigido ação criativa em sua elaboração.
- As unidades, a fonte (Times New Roman) e o corpo das letras em todas as figuras devem ser padronizados.
- Os pontos das curvas devem ser representados por marcadores contrastantes, como: círculo, quadrado, triângulo ou losango (cheios ou vazios).
- Os números que representam as grandezas e respectivas marcas devem ficar fora do quadrante.
- As curvas devem ser identificadas na própria figura, evitando o excesso de informações que comprometa o entendimento do gráfico.
- Devem ser elaboradas de forma a apresentar qualidade necessária à boa reprodução gráfica e medir 8,5 ou 17,5 cm de largura.
- Devem ser gravadas nos programas Word, Excel ou Corel Draw, para possibilitar a edição em possíveis correções.
- Usar fios com, no mínimo, 3/4 ponto de espessura.
- No caso de gráfico de barras e colunas, usar escala de cinza (exemplo: 0, 25, 50, 75 e 100%, para cinco variáveis).
- Não usar negrito nas figuras.
- As figuras na forma de fotografias devem ter resolução de, no mínimo, 300 dpi e ser gravadas em arquivos extensão TIF, separados do arquivo do texto.
- Evitar usar cores nas figuras; as fotografias, porém, podem ser coloridas.

Notas Científicas

- Notas científicas são breves comunicações, cuja publicação imediata é justificada, por se tratar de fato inédito de importância, mas com volume insuficiente para constituir um artigo científico completo.
- A ordenação da Nota Científica deve ser feita da seguinte forma: título, autoria (com as chamadas para endereço dos autores), Resumo, Termos para indexação, título em inglês, Abstract, Index terms, texto propriamente dito (incluindo introdução, material e métodos, resultados e discussão, e conclusão, sem divisão), Referências, tabelas e figuras.
- As normas de apresentação da Nota Científica são as mesmas do Artigo Científico, exceto nos seguintes casos:
 - Resumo com 100 palavras, no máximo.
 - Deve ter apenas oito páginas, incluindo-se tabelas e figuras.
 - Deve apresentar, no máximo, 15 referências e duas ilustrações (tabelas e figuras).

Outras informações

- Não há cobrança de taxa de publicação.
- Os manuscritos aprovados para publicação são revisados por no mínimo dois especialistas.
- O editor e a assessoria científica reservam-se o direito de solicitar modificações nos artigos e de decidir sobre a sua publicação.
- São de exclusiva responsabilidade dos autores as opiniões e conceitos emitidos nos trabalhos.
- Os trabalhos aceitos não podem ser reproduzidos, mesmo parcialmente, sem o consentimento expresso do editor da PAB.

Contatos com a secretaria da revista podem ser feitos por telefone: (61)3448-4231 e 3273-9616, fax: (61)3340-5483, via e-mail: pab@sct.embrapa.br ou pelos correios: Embrapa Informação Tecnológica

Pesquisa Agropecuária Brasileira – PAB
Caixa Postal 040315
CEP 70770 901 Brasília, DF