

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

Graciele Dalise Schirmann

**UTILIZAÇÃO DIGESTIVA E ENERGIA LÍQUIDA DE PRODUTOS DO
BENEFICIAMENTO DO ARROZ AVALIADAS COM LEITÕES**

Santa Maria, RS
2016

Graciele Dalise Schirmann

**UTILIZAÇÃO DIGESTIVA E ENERGIA LÍQUIDA DE PRODUTOS DO
BENEFICIAMENTO DO ARROZ AVALIADAS COM LEITÕES**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Área de Concentração em Produção Animal, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Zootecnia**.

Orientador: Prof. Dr. Vladimir de Oliveira

Santa Maria, RS
2016

Ficha catalográfica elaborada através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Central da UFSM, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Schirmann, Graciele Dalise
Utilização digestiva e energia líquida de produtos do beneficiamento do arroz avaliadas com leitões / Graciele Dalise Schirmann.-2016.
47 f.; 30cm

Orientador: Vladimir de Oliveira
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, RS, 2016

1. Alimentos alternativos 2. Digestibilidade 3. Energia líquida 4. Leitões I. Oliveira, Vladimir de II. Título.

© 2016

Todos os direitos autorais reservados a Graciele Dalise Schirmann. A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser feita mediante a citação da fonte.

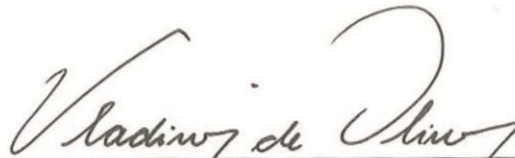
E-mail: gracizootecnia@gmail.com

Graciele Dalise Schirmann


**UTILIZAÇÃO DIGESTIVA E ENERGIA LÍQUIDA
DE PRODUTOS DO BENEFICIAMENTO DO ARROZ
AVALIADAS COM LEITÕES**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Área de Concentração em Produção Animal, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Zootecnia**.

Aprovado em 24 de março de 2016



Vladimir de Oliveira, Dr. (UFSM)
(Presidente/Orientador)



José Laerte Nornberg, Dr. (UFSM)



Débora Cristina Nichelle Lopes, Dr^a. (UFPEL)

Santa Maria, RS
2016

*Aos meus pais Idelci e Selson
Aos meus irmãos Éverson e Franciele
Ao meu namorado Marcio
Pela apoio, força e incentivo que me deram em todos os momentos,*

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Santa Maria, Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Rurais da UFSM e ao Setor de Suinocultura, pela infraestrutura disponibilizada para a realização do trabalho.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, pela concessão da bolsa de estudos.

Aos professores Gerson Guarez Garcia e Arlei Rodrigues Bonet de Quadros, pela colaboração na execução do trabalho.

Ao professor Vladimir de Oliveira, pela orientação.

Aos alunos de graduação e pós-graduação e técnicos do Laboratório de Bromatologia e Nutrição de Ruminantes, pela disposição e pelo auxílio em todas as análises realizadas.

Aos alunos de graduação e colegas da pós-graduação, do Setor de Suinocultura pela ajuda nos trabalhos a campo e nas análises em laboratório.

A todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho, muito obrigada.

RESUMO

UTILIZAÇÃO DIGESTIVA E ENERGIA LÍQUIDA DE PRODUTOS DO BENEFICIAMENTO DO ARROZ AVALIADAS COM LEITÕES

AUTORA: Graciele Dalise Schirmann
ORIENTADOR: Vladimir de Oliveira

Na criação de suínos o período pós desmame é considerado um dos mais críticos da etapa de produção. O Rio Grande do Sul apresenta grande disponibilidade de subprodutos oriundos do beneficiamento do arroz que podem ser alternativa na alimentação de suínos. A energia líquida é a que melhor representa o valor de energia utilizada pelo animal, porém sua determinação pelos métodos convencionais onera em custos e mão de obra, sendo sugerido o uso de equações de predição para o cálculo. Foram realizados dois ensaios de digestibilidade com 12 e 18 suínos machos castrados com peso inicial de 8 kg e 16 kg, respectivamente. Em ambos os estudos, os animais foram alojados em gaiolas metabólicas por um período de doze dias, sendo sete dias de adaptação e cinco dias de coleta. O procedimento experimental foi o de coleta total de fezes usando o óxido férrico como marcador fecal. Os dados de digestibilidade e valores energéticos dos coprodutos foram submetidos à análise de variância utilizando o delineamento inteiramente casualizado e o teste de Tukey usado para comparar as médias entre os alimentos. Os coeficientes de digestibilidade da matéria orgânica, proteína bruta e energia bruta foram maiores ($P < 0,000$) para a quirera de arroz (QA) em comparação ao farelo de arroz estabilizado (FAE) e farelo de arroz parboilizado (FAP). Por outro lado, a QA teve menor ($P < 0,000$) coeficiente de digestibilidade da matéria mineral que os farelos de arroz avaliados. O FAP apresentou energia digestível 2% inferior a QA e 5% superior ao FAE. Foi observada maior energia metabolizável na QA, seguido pelo FAP e FAE que apresentou o menor valor. O valor médio de energia líquida foi de 3094, 2646 e 2818 kcal/kg para a QA, FAE e FAP, respectivamente. O valor de energia líquida varia de acordo com a equação utilizada para estimá-la. Baseado nos dados de composição química, utilização digestiva e valores de energia, pode-se afirmar que a quirera de arroz, farelo de arroz estabilizado e farelo de arroz parboilizado podem ser usados na alimentação de leitões.

Palavras-chave: Alimentos alternativos. Digestibilidade. Energia líquida. Leitões.

ABSTRACT

DIGESTIBLE USING AND NET ENERGY OF RICE PROCESSING PRODUCTS EVALUATED WITH PIGLETS

AUTHOR: Graciele Dalise Schirmann

ADVISER: Vladimir de Oliveira

In swine production the post weaning period is considered one of the most critical periods of the production. The state of Rio Grande do Sul presents great availability of by-products from rice processing that may be an alternative on the feeding of swine. The net energy is the one that represents better the energy value used by the animal however its determination by the conventional methods results in costs and manpower, being suggested the use of prediction equations for calculating. Two digestibility trials were performed with 12 and 18 male castrated swine with initial weight of 8 kg and 16 kg, respectively. In both studies, the animals were placed in metabolic cages during a period of twelve days, being seven days of adaptation and five days of collection. The experimental procedure was the total fecal collection using the ferric oxide as fecal marker. Data of digestibility and energy values of the co products were submitted to variance analysis using the completely randomly design and the Tukey test, used for comparing the averages between the feed. The digestibility coefficients of the organic matter, crude protein and gross energy were higher ($P < 0.000$) for the broken rice (BR) compared to the stabilized rice bran (SRB) and parboiled rice bran (PRB). On the other hand, the BR presented lower ($P < 0.000$) digestibility coefficient of the mineral matter than the rice bran's evaluated. The PRB presented a digestible energy 2% lower than the BR and 5% higher than the SRB. The observed metabolized energy on BR was the highest, followed by the PRB and SRB that presented the lowest value. The average value of net energy was 3094, 2646 and 2818 kcal/kg for the BR, SRB and PRB, respectively. The net energy value varies according to the equation used to estimate it. Based on data of chemical composition, digestible using and energy values it may be affirmed that the broken rice stabilized rice bran and parboiled rice bran may be used on the feeding of piglets.

Keywords: Alternative fee. Digestibility. Net energy. Piglets.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Dissertação

Figura 1 – Representação esquemática do processamento para obtenção do farelo de arroz estabilizado	18
Figura 2 – Representação esquemática do processamento para obtenção do farelo de arroz parboilizado	20
Figura 3 – Utilização da energia pelos suínos.....	22

LISTA DE TABELAS

Artigo

Tabela 1 – Composição da dieta referência e dietas teste contendo quirera de arroz (QA), farelo de arroz integral estabilizado (FAE) ou farelo de arroz integral parboilizado (FAP)	37
Tabela 2 – Composição química e valores de energia bruta da quirera de arroz (QA), farelo de arroz integral estabilizado (FAE) e farelo de arroz integral parboilizado (FAP) com base na matéria seca.....	38
Tabela 3 – Número de repetições e desempenho de acordo com a dieta basal (DB) e dieta teste (DT) com base na matéria seca	39
Tabela 4 – Número de repetições e desempenho de acordo com a dieta basal e dietas teste com base na matéria seca.....	40
Tabela 5 – Coeficientes de digestibilidade e valores de energia digestível e metabolizável da quirera de arroz (QA), farelo de arroz integral estabilizado (FAE) e farelo de arroz integral parboilizado (FAP), com base na matéria seca	41
Tabela 6 – Equações e valores estimados de energia líquida (EL) da quirera de arroz (QA), farelo de arroz integral estabilizado (FAE) e farelo de arroz integral parboilizado (FAP), utilizando equações propostas por diferentes autores, na matéria seca	42

SUMÁRIO

	CAPÍTULO I	11
1	INTRODUÇÃO	11
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
2.1	ALIMENTAÇÃO DE LEITÕES NA FASE DE CRECHE	13
2.2	UTILIZAÇÃO DE COPRODUTOS DO ARROZ NA ALIMENTAÇÃO DE LEITÕES	14
2.2.1	Quirera de arroz	15
2.2.2	Farelo de arroz estabilizado	16
2.2.3	Farelo de arroz parboilizado	18
2.3	IMPORTÂNCIA DA DETERMINAÇÃO QUÍMICA E ENERGÉTICA DOS ALIMENTOS	20
2.4	FORMAS PARA ESTIMAR O VALOR ENERGÉTICO PARA SUÍNOS	21
2.5	EQUAÇÕES UTILIZADAS PARA ESTIMAR A ENERGIA LÍQUIDA	23
	CAPITULO II	24
	ARTIGO: UTILIZAÇÃO DIGESTIVA E ENERGIA LÍQUIDA DE PRODUTOS DO BENEFICIAMENTO DO ARROZ AVALIADAS COM LEITÕES	24
	RESUMO	24
	ABSTRACT	25
	DIGESTIBLE USING AND NET ENERGY OF RICE PROCESSING PRODUCTS EVALUATED WITH PIGLETS	25
1	INTRODUÇÃO	26
2	MATERIAL E MÉTODOS	27
2.1	ANIMAIS E DIETAS EXPERIMENTAIS	27
2.2	PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL	27
2.3	COLETA E ANÁLISES DE AMOSTRAS	28
2.4	CÁLCULOS	28
2.5	ANÁLISES ESTATÍSTICAS	29
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
4	CONCLUSÕES	33
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	34
3	CONSIDERAÇÕES FINAIS	43
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44

CAPÍTULO I

1 INTRODUÇÃO

A produção de carne suína tem grande importância a nível mundial. O Brasil situa-se entre os maiores exportadores de carne suína com uma estimativa de 520 mil toneladas do produto para exportação em 2015, segundo a ABPA (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL, 2015). A Região Sul tem papel importante na cadeia, pois representa a maior região produtora no cenário brasileiro, sendo responsável segundo dados do IBGE (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2015) por 66% do abate nacional no início de 2015.

Em um cenário em que o milho e o farelo de soja são a base da formulação de rações para suínos, surge a necessidade cada vez maior de substituição, ao menos parcial, do milho e farelo de soja por coprodutos de alimentos destinados ao consumo humano. Isto se deve ao custo das rações que varia com o preço de mercado do milho e farelo de soja, o que também motiva a busca por ingredientes mais baratos para compor a alimentação dos animais.

Por apresentar valor comercial competitivo e ter grande disponibilidade no Rio Grande do Sul, o farelo de arroz pode ser uma alternativa para a alimentação de suínos, porém dentre os fatores que restringem sua utilização estão a liberação de ácidos graxos e fácil rancificação (MUJAHID et al., 2005), diminuindo a vida útil do produto.

O ponto de partida para determinação do valor nutritivo dos ingredientes é a composição química, embora a quantificação de perdas nos processos digestivos, absorptivos e metabólicos é o que indica a fração que poderá ser aproveitada pelo animal para atendimento de suas necessidades nutritivas (ROSTAGNO, 2007).

A determinação da energia líquida pressupõe o conhecimento da quantidade de calor que o organismo produz devido aos processos de manutenção, digestão e absorção dos nutrientes (NOBLET, 2010). Em razão das dificuldades metodológicas envolvidas na determinação da energia líquida e dos altos custos dessas análises, tem-se sugerido o uso de equações de predição para o cálculo (NOBLET et al., 2003).

Estudos sobre o uso de farelo de arroz para suínos estão relacionados em sua grande maioria a animais em crescimento e terminação (KIEFER; QUADROS, 2006; SILVA et al., 2004; NERY et al., 2010), havendo poucas informações sobre o uso de coprodutos do arroz na fase inicial (AQUINO et al., 2014; NEPOMUCENO et al., 2011; VICENTE et al., 2007),

sendo necessárias mais pesquisas, pois o mesmo apresenta grande disponibilidade no Rio Grande do Sul, e pode ser uma alternativa na alimentação de suínos.

Desta forma, o trabalho tem por objetivos determinar a digestibilidade dos componentes químicos e valores de energia líquida da quirera de arroz, farelo de arroz parboilizado e farelo de arroz estabilizado para leitões na fase de creche.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 ALIMENTAÇÃO DE LEITÕES NA FASE DE CRECHE

Na suinocultura, um dos principais problemas enfrentados pelos nutricionistas está relacionado à ingestão de alimento pelo leitão após desmame, em média aos 21 dias de idade. Aliado a separação da mãe e a mudança de ambiente, os animais precisam se adaptar à nova dieta composta basicamente de alimentos sólidos. Além disso, o sistema digestório destes animais ainda não se encontra totalmente preparado para a mudança alimentar, ocorrendo modificações nas vilosidades e criptas do trato, afetando a ação das enzimas digestivas no intestino (TONEL, 2009). Considerado como um dos períodos mais críticos na criação essa fase pode ser decisiva para o desempenho animal nas próximas etapas, já que o período pós-desmame é caracterizado por redução do consumo e consequente redução das taxas de crescimento.

Para evitar a redução do consumo de ração nesta fase são utilizadas dietas compostas com ingredientes de elevada qualidade e digestibilidade sendo alguns alimentos amplamente utilizados, como derivados de produtos lácteos.

Em estudo realizado com leitões recém-desmamados Tse et al. (2010) observaram que a inclusão de proteína láctea na dieta teve influência na morfologia intestinal, altura de vilosidades e profundidade de cripta dos animais. Segundo os autores houve melhora da conversão alimentar dos animais desmamados aos 21 dias de idade com a inclusão da proteína.

A lactose também é utilizada para suplementar rações de leitões pós-desmame por caracterizar-se como carboidrato de fácil digestão. Bertol et al. (2000) avaliando quatro níveis de suplementação com lactose na dieta de leitões desmamados aos 21 dias de idade observaram melhora no desempenho dos animais suplementados com dieta contendo lactose nas duas primeiras semanas após o desmame.

O farelo de soja juntamente com o milho é amplamente utilizado para compor as dietas, porém o mesmo pode interferir no desenvolvimento dos leitões devido à presença de fatores antinutricionais em sua composição. Como forma de substituição, coprodutos oriundos do processamento do farelo são estudados (BERTOL et al., 2001).

Diferentes coprodutos da soja obtidos por diferentes processamentos foram avaliados como substitutos parciais do farelo de soja como fonte de proteína para leitões desmamados aos 21 dias (BERTOL et al., 2001). Segundo os autores, a substituição de 50% do farelo da

dieta controle por soja integral extrusada, proteína texturizada de soja, e proteína concentrada de soja melhorou o desempenho dos animais desmamados aos 21 dias.

2.2 UTILIZAÇÃO DE COPRODUTOS DO ARROZ NA ALIMENTAÇÃO DE LEITÕES

O Rio Grande do Sul se destaca a nível nacional na produção de arroz. A produção do grão destinada ao consumo humano gera uma grande quantidade de resíduos como a casca, quirera e farelos que são gerados pela indústria, tornando-se alternativa na alimentação animal.

Em relação aos alimentos alternativos, para Bellaver e Ludke (2004), há necessidade de que as dietas formuladas supram as exigências nutricionais e energéticas dos animais em suas diferentes fases produtivas. Segundo os mesmos autores, o controle dos limites máximos toleráveis dos fatores antinutricionais presentes nestes alimentos devem ser monitorados para que o desempenho animal não seja afetado e estes alimentos apresentarem vantagem econômica que justifique a substituição.

No período pós-desmame a baixa ingestão de nutrientes e energia é afetada pelo baixo consumo de alimentos, sendo assim a formulação de dietas para leitões requer o uso de ingredientes palatáveis com alta disponibilidade de nutrientes e que atendam às exigências nutricionais dos animais (LIMA et al., 2009). Na tentativa de minimizar o baixo consumo de alimento logo após este período, são utilizadas dietas complexas e com grande número de ingredientes, porém os custos na maioria das vezes tornam-se elevados, inviabilizando a produção.

Encontrados em abundância em determinadas regiões, os coprodutos apresentam custo relativamente menor em relação aos ingredientes tradicionais. A quirera de arroz e os diferentes farelos originados do processamento do grão de arroz podem ser alternativos aos ingredientes convencionais. O farelo de arroz tem origem da remoção da casca para a obtenção do arroz branco, representando cerca de 10% do grão de arroz em casca (PARRADO et al., 2006).

Porém um dos problemas relacionados ao uso do farelo de arroz para leitões refere-se a grande capacidade de rancificação do mesmo. De acordo com Ramezanzadeh et al. (1999), a remoção das camadas de farelo no processo de moagem acarreta no rompimento de células responsáveis pela ativação da enzima lipase iniciando o processo de rancificação.

2.2.1 Quirera de arroz

Originada do processo de polimento do arroz a quirera de arroz é um subproduto composto por grãos quebrados e pode ser utilizada na alimentação animal dentre outros motivos devido à reduzida quantidade de micotoxinas (BUTOLO, 2002). A semelhança em relação ao valor nutricional quando comparada ao milho possibilita a utilização da quirera nas dietas de suínos nas fases finais de criação (RIBEIRO et al. 2010).

A quirera de arroz é frequentemente utilizada nas diversas fases de criação para alimentação de monogástricos. Nepomuceno et al. (2011), avaliando diferentes níveis de inclusão de quirera de arroz (0,14,28,42, e 56%) na alimentação de leitões em fase de creche, concluíram que a inclusão de quirera se mostrou alternativa viável técnica e economicamente na alimentação de suínos na fase de creche até o nível de 56%.

O desempenho e as características quantitativas da carcaça de suínos nas fases de crescimento e terminação alimentados com dietas contendo níveis de quirera de arroz (0, 50 e 100%) em substituição ao milho foram avaliados por Kiefer e Quadros (2006). O consumo diário de ração, o ganho de peso diário e o peso final não diferiram entre os animais alimentados com níveis de inclusão da quirera de arroz na dieta em relação ao milho. Conforme os autores, a quirera de arroz pode substituir o milho em 100% garantindo a viabilidade econômica, nas dietas de suínos em crescimento e terminação.

Por outro lado, Silva et al. (2004), avaliando o desempenho e característica de carcaça de suínos na fase de crescimento e terminação com diferentes níveis de inclusão de quirera de arroz (0, 25, 50, 75 e 100%) em substituição ao milho, observaram aumento no consumo de ração à medida que se elevaram os níveis de quirera na ração, porém os mesmos autores não observaram diferenças significativas em relação ao ganho de peso e conversão alimentar.

O desempenho e características de carcaça utilizando subprodutos do arroz em dietas para suínos em terminação também foram avaliados por Hurtado Nery et al. (2010). De acordo com os autores, a substituição de 100% de milho pela quirera de arroz apresentou melhora na conversão alimentar, já a substituição de 100% de milho por farelo de arroz integral afetou o ganho de peso diário e o peso de carcaça. Desta forma, segundo os autores o milho pode ser substituído em 100% pela quirera de arroz e até 50% pelo farelo de arroz integral em rações para suínos em fase de terminação.

A utilização de grão de milho, arroz quebrado e farinha escura de trigo na forma crua ou cozida como fontes de amido sobre o desempenho, morfologia do intestino delgado e o metabolismo da energia e do nitrogênio de leitões desmamados aos 16 dias de idade foram

avaliados por Ebert et al. (2005). Os resultados encontrados mostraram maior digestibilidade da matéria seca, energia bruta e proteína bruta na farinha escura de trigo (45,76% na dieta) e no arroz quebrado (45,62% na dieta) em relação ao milho, independente do processamento dos mesmos.

A substituição do milho pelo arroz em rações de suínos na fase de creche também foi avaliada por Vicente et al. (2007). Os autores observaram maior consumo de ração pelos animais alimentados com arroz cru moído, conseqüentemente houve maior ganho peso e melhora na conversão alimentar destes animais quando comparados aos alimentados com ração a base de milho. A digestibilidade dos nutrientes também foi maior nos animais alimentados com arroz.

2.2.2 Farelo de arroz estabilizado

Um dos processos utilizados para a estabilização do farelo de arroz é a extrusão termoplástica, método pelo qual a enzima lipase é inativada, o que acarreta em maior durabilidade do produto (SANTOS et al., 2006). A presença da enzima lipase afeta a qualidade do farelo de arroz, e para que se mantenha a qualidade do mesmo é necessário que ocorra o processo de estabilização logo após o processo de produção do farelo (ENOCHAIN et al., 1981).

Mujahid (2005), avaliando o efeito de várias técnicas de processamento e diferentes níveis de antioxidantes na estabilidade de farelo de arroz durante o armazenamento, constatou que os tratamentos térmicos foram eficazes na estabilização do farelo, reduzindo a rancidez e aumentando o tempo de armazenamento. Por outro lado, a adição de antioxidante não foi eficaz na estabilização do produto durante o armazenamento.

Conforme apresentado na Figura 1, a primeira etapa do processo para obtenção do farelo de arroz inicia com o processo de descascamento, onde a casca é separada do grão através de rolos de borracha que se movimentam em diferentes rotações fazendo com que o grão de arroz passe sendo separado da casca por movimentos de torção.

Após descascado o grão de arroz passa pelo processo de brunimento dos grãos com a retirada da primeira camada de farelo. Este processo é realizado por abrasão, onde é removido a película de tegumento e o germe dos grãos por meio do contato dos mesmos com uma superfície áspera em movimento (SPADARO et al., 1980).

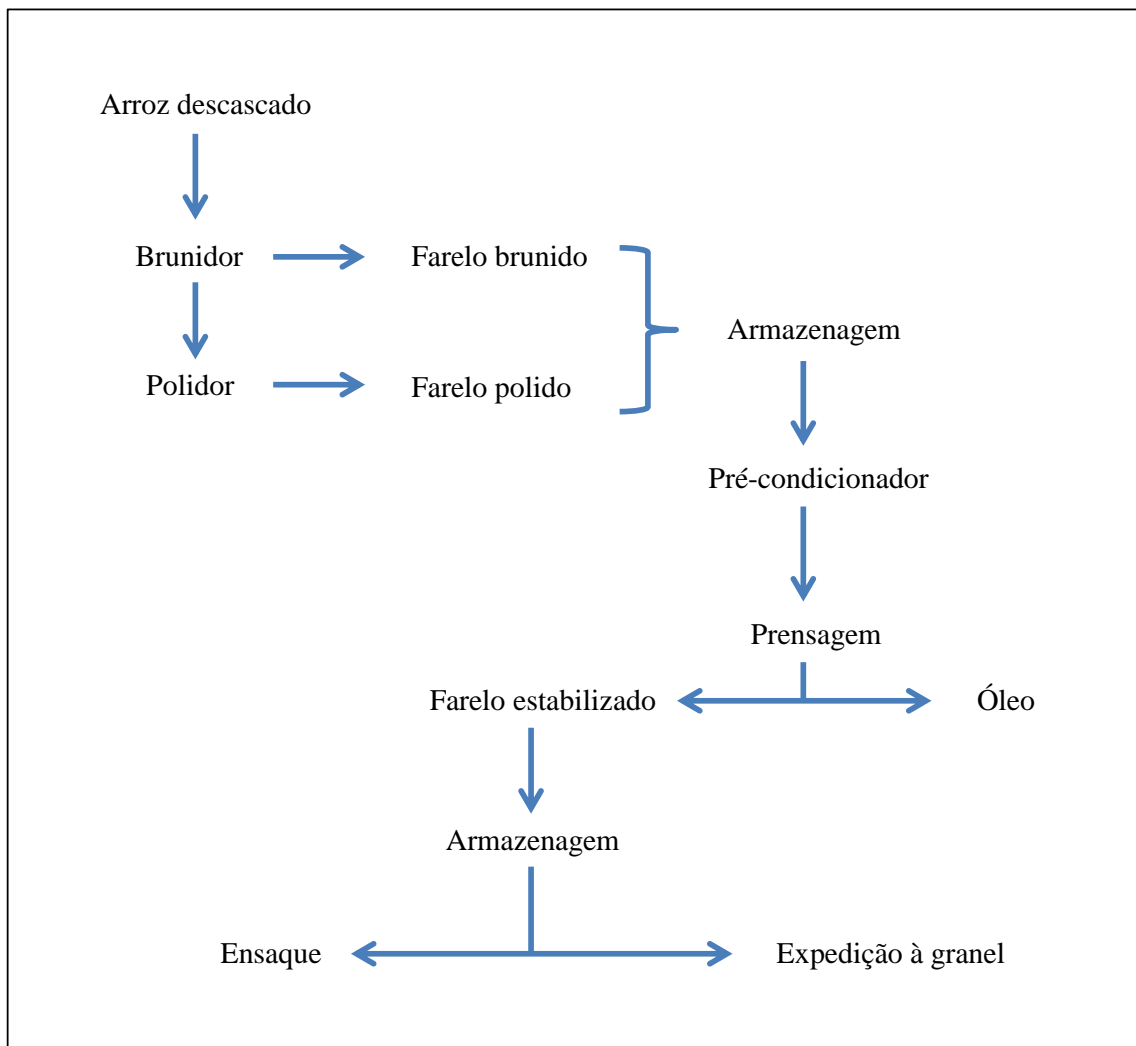
O processo de polimento é realizado logo após o brunimento. Os polidores são equipamentos que provocam pressão entre os grãos ocasionando atrito entre os mesmos. A

umidade é controlada neste processo. Segundo Matsuo et al. (1995) este processo tem por objetivo melhorar a aparência e o sabor do arroz, porém o processo de polimento acarreta também na retirada de parte dos minerais, vitaminas, fibra alimentar dentre outras substâncias importantes encontradas no embrião e no farelo, o que acaba afetando o valor nutricional do produto. De acordo com a Associação Brasileira das Indústrias de Arroz Parboilizado (2013) no processo de polimento, que ocorre por abrasão, é retirada mais uma camada externa do arroz resultando em perdas nutritivas devido à perda de grande parte dos nutrientes do grão.

Para obtenção da forma estabilizada, o coproduto é levado até um pré-condicionador onde ocorre o aquecimento seguido de prensagem do farelo. O farelo de arroz estabilizado é obtido através de prensagem mecânica, onde ocorre a retirada do óleo.

A maior limitação para a utilização de farelo de arroz como ingrediente na alimentação resulta do alto grau de instabilidade durante o armazenamento (MUJAHID et al., 2005) pelo fato de o mesmo conter alto teor de lipídios, e neste caso a prevenção da deterioração do produto se dá pelo processo de estabilização do farelo, que inativa a enzima lipase.

Figura 1 – Representação esquemática do processamento para obtenção do farelo de arroz estabilizado



Fonte: Do Autor.

2.2.3 Farelo de arroz parboilizado

A palavra parboilizado teve origem na adaptação do termo inglês parboiled, proveniente da aglutinação de “partial + boiled”, ou seja, "parcialmente fervido". Em nível mundial, a descoberta do arroz parboilizado aconteceu ainda no início do século XX pelo químico e nutrólogo inglês Eric Huzenlaub em viagens realizadas a tribos da Índia e África (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE ARROZ PARBOILIZADO, 2013).

No Brasil, a tecnologia de parboilização foi introduzida na década de 1950 e o arroz parboilizado era conhecido como arroz malekizado, amarelão, amarelo e macerado. Apontado como uma forma de minimizar perdas, este processo diminui a quebra dos grãos durante o

beneficiamento ao mesmo tempo em que evita a remoção excessiva de compostos importantes nutricionalmente, além de resultar em um produto com melhores condições de conservação (ELIAS, 2006).

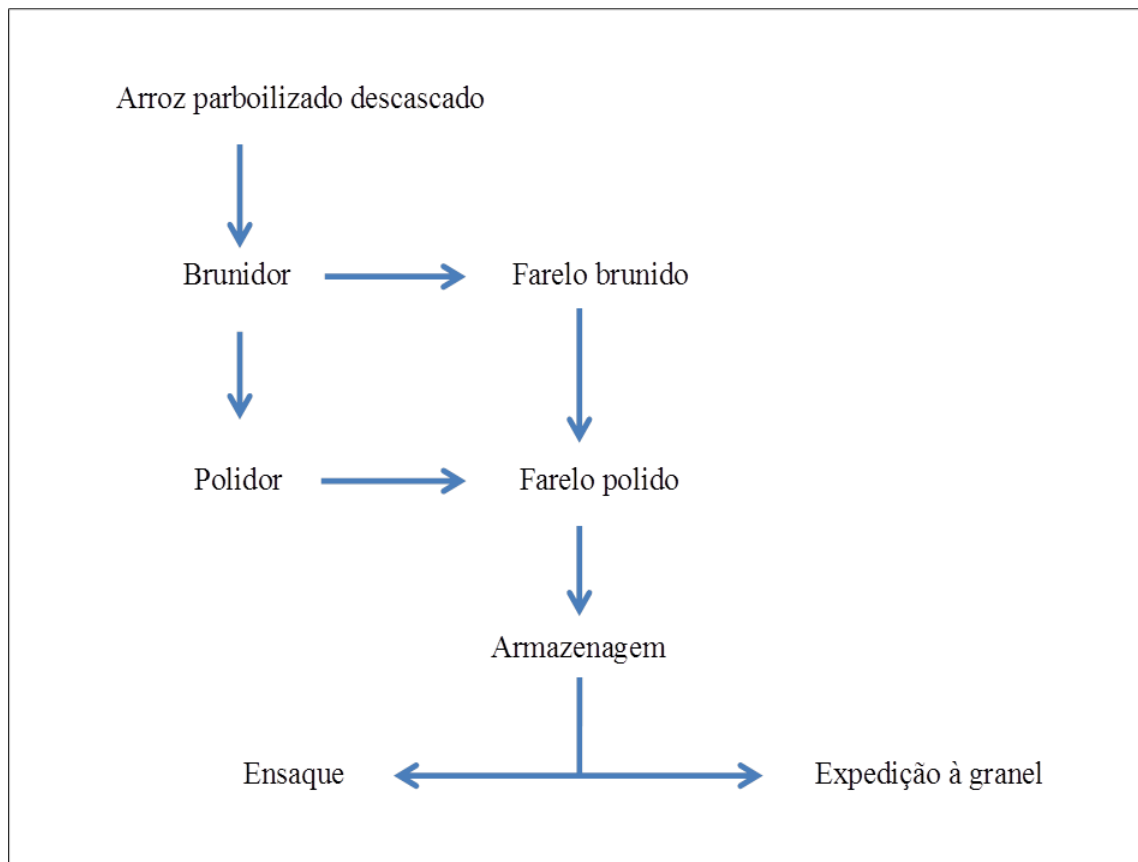
O processo de parboilização consiste em três etapas: encharcamento, gelatinização e secagem. No encharcamento o arroz com casca é colocado em tanques com água quente por algumas horas e este processo faz com que as vitaminas e sais minerais presentes na película e germe penetrem no grão à medida que ocorre a absorção de água pelo mesmo.

Na gelatinização ocorre a fixação das vitaminas e minerais absorvidos durante o processo de encharcamento no interior do grão. O amido também sofre alteração em sua estrutura. Este processo ocorre por autoclave com aumento de temperatura e pressão de vapor. Posteriormente ocorre a secagem para descascamento e seleção do grão (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE ARROZ PARBOILIZADO, 2013).

Em razão da inativação das enzimas responsáveis pela degradação dos lipídios durante o processo de parboilização, não há necessidade de tratamentos térmicos adicionais para que se mantenha a qualidade do produto final por um maior período de tempo (SILVA et al., 2006). Desta forma o farelo obtido através dos processos de brunição e polimento vai direto para o armazenamento e posteriormente expedição do produto (Figura 2).

O farelo de arroz parboilizado pode ser utilizado na alimentação de suínos na fase inicial. Aquino et al. (2014), avaliando a composição nutricional e energética do farelo de arroz parboilizado em diferentes níveis de inclusão de 0, 4, 8, 12 e 16%, sobre o desempenho, ocorrência de diarreia e viabilidade econômica, constataram que o mesmo pode ser incluído até o nível de 16% em rações para leitões na fase de creche, sem afetar o desempenho dos animais.

Figura 2 – Representação esquemática do processamento para obtenção do farelo de arroz parboilizado



Fonte: Do Autor.

2.3 IMPORTÂNCIA DA DETERMINAÇÃO QUÍMICA E ENERGÉTICA DOS ALIMENTOS

Formular dietas que atendam às necessidades nutricionais com mínimo custo e máximo desempenho tornou-se um desafio aos nutricionistas de animais. A realização de análises químicas permite conhecer a composição e o valor nutritivo dos alimentos que serão fornecidos aos animais, auxiliando assim na formulação de dietas que atendam às necessidades dos mesmos.

O conhecimento dos nutrientes, seus coeficientes de digestibilidade e energia (ROSTAGNO, 2007) auxiliam na formulação de dietas capazes de suprir as necessidades nutricionais dos animais. Ao mesmo tempo, a variação na composição química e nutricional de um determinado alimento quando não detectada pode induzir a erros de formulação de dietas, acarretando em desbalanço de nutrientes e ocasionando perdas no desempenho.

Para coprodutos a avaliação da composição química dos alimentos é fundamental para determinar a variação de suas características, pois nestes ingredientes as variações são ainda maiores devido à falta de padronização em razão dos mesmos serem obtidos de diferentes processamentos, além da forma de adubação utilizada na produção, condições de armazenagem e falta de informações técnicas (LIMA et al., 2005) podendo interferir na qualidade do produto final fornecido ao animal.

Além do conhecimento dos valores relacionados à composição química, a determinação da concentração e disponibilidade de energia dos alimentos também é muito importante para o correto balanceamento de dietas e máximo desenvolvimento da espécie estudada. Normalmente a determinação do conteúdo de energia das dietas de suínos tem como base a energia digestível ou metabolizável (NOBLET, 2007), porém a energia líquida é a forma que mais se aproxima do real valor de energia de um alimento, pois é baseada na diferença dos nutrientes em relação a sua utilização metabólica.

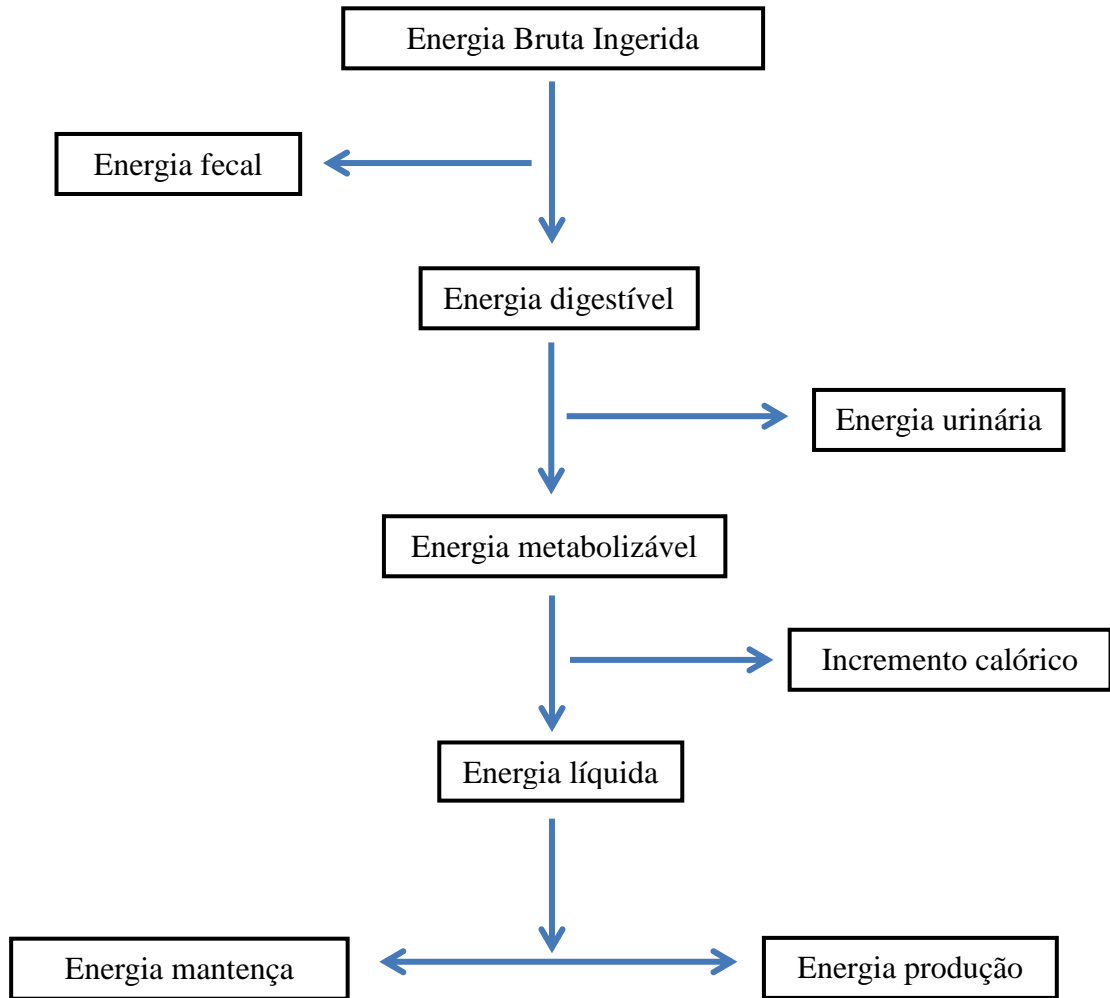
Considerada como um dos componentes mais caros presentes na composição das dietas, resultante do metabolismo de nutrientes, a energia ingerida pelo animal é utilizada para as funções de manutenção e produção. Desta forma, conhecer o nível presente nos alimentos auxilia na formulação de dietas possibilitando diminuir os custos de produção.

2.4 FORMAS PARA ESTIMAR O VALOR ENERGÉTICO PARA SUÍNOS

Diferentes métodos são utilizados para estimar a energia em suínos. O método de determinação direta é realizado através de ensaios metabólicos, onde animais em diferentes fases de criação são alojados em gaiolas metabólicas individuais havendo a coleta total de fezes e urina. Outro método de estimativa utiliza a determinação indireta sendo realizado por meio de equações de predição, onde a estimativa é baseada na composição química dos alimentos (ROSTAGNO et al., 2007).

Para estimar o valor de energia presente nos alimentos são realizados ensaios de digestibilidade, e posterior à coleta de urina e fezes são realizadas análises laboratoriais (ROSTAGNO et al., 2007). Para determinar o valor de energia bruta das dietas e do material coletado são realizadas análises utilizando bomba calorimétrica (ROSTAGNO et al., 2007). A Figura 3 mostra a utilização das diferentes formas de energia pelos suínos.

Figura 3 – Utilização da energia pelos suínos



Fonte: Adaptado de Sakomura e Rostagno (2007).

Conceitualmente, a energia bruta é definida como a quantidade de calor liberado na oxidação de um ingrediente, dieta, fezes ou urina (JUST, 1982). O valor de energia bruta possui limitações pelo fato de informar os valores referentes somente à energia proveniente do alimento, não relacionando os valores de energia digestível, metabolizável ou líquida que de fato o animal irá utilizar.

Da diferença entre a energia bruta do alimento ingerido e a energia bruta excretada nas fezes, tem-se a energia digestível, a qual representa a energia que é absorvida pelos animais após o processo de digestão. Os valores de energia digestível para determinadas matérias-primas podem ser encontrados em tabelas de composição de alimentos (NOBLET; VAN MILGEN, 2004). A energia metabolizável surge da diferença entre a energia digestível e as perdas na urina, sendo expressa como energia metabolizável aparente e verdadeira.

Neste sistema o valor de energia metabolizável aparente é representado através das perdas de urina do animal resultantes da fermentação entérica (DE LANGE; BIRKETT, 2005). Por outro lado, segundo Sakomura e Rostagno (2007) a diferença entre a energia bruta encontrada nos alimentos e nas excretas do animal resulta a energia metabolizável verdadeira.

Definida por Noblet (2013) como a diferença entre o incremento calórico e a energia metabolizável, a energia líquida é a energia que será disponibilizada para que o animal consiga desenvolver suas funções de manutenção e produção (VELAYUDHAN et al., 2015).

Como principal diferença entre o sistema de energia líquida em relação à energia digestível e metabolizável, Payne e Zijlstra (2007) destacam que o sistema energético líquido considera a quantidade de calor que é perdido durante a digestão e a deposição dos nutrientes em proteína e tecido adiposo, o que não acontece quando esses valores são expressos nos sistemas de energia digestível e metabolizável, os quais superestimam os valores de energia da proteína e de fibra nos alimentos (NOBLET, 2007).

2.5 EQUAÇÕES UTILIZADAS PARA ESTIMAR A ENERGIA LÍQUIDA

Para formular dietas que atendam às necessidades de suínos, é necessário conhecer as características nutricionais dos alimentos disponíveis. Entre elas está o valor energético, pois a energia liberada pela oxidação biológica dos nutrientes presentes no alimento tem influência direta no desempenho do animal, custo de produção e impacto ambiental. Não restam dúvidas que a formulação de dietas que atendam às necessidades dos animais pressupõe dados que descrevam com acurácia o valor energético dos ingredientes disponíveis.

A estimativa mais próxima do verdadeiro valor energético do alimento é pela energia líquida, a qual considera o grau de utilização metabólica dos nutrientes, isto é, a interação entre alimento e animal (NOBLET, 2010). Segundo Payne e Zijlstra (2007) este sistema de energia pode fornecer estimativas mais precisas da energia verdadeira de um ingrediente e conseqüentemente da dieta fornecida ao animal.

A energia líquida de ingredientes pode ser obtida empiricamente por meio de diferentes metodologias, como calorimetria direta, indireta e abate comparativo. A calorimetria indireta é o método mais usual ao redor do mundo. Contudo, a determinação da energia líquida é relativamente complexa e de custo elevado (NOBLET, 2010).

De acordo com Noblet (2010), uma alternativa para gerar valores de energia líquida é a utilização de equações de regressão com dados de digestibilidade ou da composição química bruta servindo como variáveis independentes.

CAPITULO II

ARTIGO: UTILIZAÇÃO DIGESTIVA E ENERGIA LÍQUIDA DE PRODUTOS DO BENEFICIAMENTO DO ARROZ AVALIADAS COM LEITÕES

RESUMO

O objetivo deste estudo foi determinar a composição química, utilização digestiva e energia líquida da quirera de arroz (QA), farelo de arroz estabilizado (FAE) e farelo de arroz parboilizado (FAP) para leitões. Foram realizados dois ensaios de digestibilidade com 12 e 18 suínos machos castrados com peso inicial de 8 kg e 16 kg, respectivamente. Em ambos os estudos, os animais foram alojados em gaiolas metabólicas por um período de doze dias, sendo sete dias de adaptação e cinco dias de coleta. O procedimento experimental foi o de coleta total de fezes utilizando-se o óxido férrico como marcador fecal. Os dados de digestibilidade e valores energéticos dos coprodutos foram submetidos à análise de variância utilizando o delineamento inteiramente casualizado e o teste de Tukey usado para comparar as médias entre os alimentos. Os coeficientes de digestibilidade da matéria orgânica, proteína bruta e energia bruta foram maiores ($P < 0,000$) na QA em comparação ao FAE e FAP. Por outro lado, a QA teve menor ($P < 0,000$) coeficiente de digestibilidade da matéria mineral que os farelos de arroz avaliados. O FAP apresentou energia digestível 2% inferior a QA e 5% superior ao FAE. Foi observada maior energia metabolizável na QA enquanto o FAE apresentou o menor valor para esta variável. O valor médio de energia líquida foi de 3094, 2646 e 2818 kcal/kg para a QA, FAE e FAP, respectivamente.

Palavras-chave: Alimentos alternativos. Digestibilidade. Energia líquida.

DIGESTIBLE USING AND NET ENERGY OF RICE PROCESSING PRODUCTS EVALUATED WITH PIGLETS

ABSTRACT

The aim of this study was to determine the chemical composition, digestive using and net energy (NE) of broken rice (BR), stabilized rice bran (SRB) and parboiled rice bran (PRB) for piglets. Two digestibility trials were performed with 12 and 18 male castrated swine with initial weight of 8 kg and 16 kg, respectively. In both studies, the animals were placed in metabolic cages during a period of twelve days, being seven days of adaptation and five days of collection. The experimental procedure was the total fecal collection using the ferric oxide as fecal marker. Data of digestibility and energy values of the co products were submitted to variance analysis using the completely randomly design and the Tukey test, used for comparing the averages between the feed. The digestibility coefficients of the organic matter, crude protein and gross energy were higher ($P<0.000$) for the BR compared to the SRB and PRB. On the other hand, the BR presented lower ($P<0.000$) digestibility coefficient of the mineral matter than the rice bran's evaluated. The PRB presented a digestible energy 2% lower than the BR and 5% higher than the SRB. It was observed a higher metabolized energy on BR while the SRB presented the lowest value for this variable. The average value of net energy was 3094, 2646 and 2818 kcal/kg for the BR, SRB and PRB, respectively.

Keywords: Alternative feed. Digestibility. Net energy.

1 INTRODUÇÃO

Um dos maiores problemas enfrentados pela cadeia suinícola está relacionado com o custo de alimentação, pois o milho e o farelo de soja, principais matérias primas utilizadas na fabricação das dietas representam a maior parte dos gastos com a produção. Dentro da cadeia de produção suína, a alimentação é apontada como responsável pela maior parte dos custos, podendo representar até 70% dos gastos do setor.

Diante da instabilidade de preços do milho e farelo de soja, há uma crescente necessidade de substituição, ao menos parcial destes alimentos tradicionais utilizados na suinocultura por alimentos substitutos, porém com composição nutricional semelhante para que não afetem o desempenho dos animais.

Na criação de suínos o período pós desmame é considerado um dos mais críticos da etapa de produção. A alimentação dos animais passa do leite da fêmea rico em nutrientes para uma dieta a base de alimentos sólidos. Para garantir o consumo neste período, são utilizados alimentos altamente digestíveis e de elevado valor nutricional (BERTECHINI, 2006). Porém, esses alimentos na maioria das vezes acabam elevando o custo das dietas e inviabilizando a produção. Desta forma o uso de alimentos substitutos aos convencionais pode ser alternativa viável à formulação das dietas para animais no período de creche.

O arroz é produzido em grande escala no Rio Grande do Sul, sendo o estado responsável por volta de 2/3 de toda produção do grão no Brasil (CONAB, 2016) e do processamento do grão são gerados grandes quantidade de coprodutos, que não são utilizados para o consumo humano. A quirera e os farelos de arroz estabilizado e parboilizado são exemplos de coprodutos que podem ser utilizados como alternativa na alimentação de suínos.

A avaliação do conteúdo energético de rações de suínos é geralmente baseada em seu conteúdo de energia digestível ou metabolizável (NOBLET, 2007). A energia líquida é mais difícil de ser estimada, porém é a que melhor representa o valor de energia disponível para as funções de manutenção e produção animal (NOBLET et al., 1994).

Estudos realizados com coprodutos são na grande maioria realizados com animais nas fases de crescimento e terminação (KIEFER e QUADROS, 2006; SILVA et al., 2004; NERY et al., 2010), havendo poucas pesquisas realizadas com leitões em fase de creche (AQUINO et al., 2014; NEPOMUCENO et al., 2011; VICENTE et al., 2007). Desta forma, o trabalho tem por objetivos determinar a digestibilidade dos componentes químicos e valores de energia líquida da quirera de arroz, farelo de arroz parboilizado e farelo de arroz estabilizado para leitões na fase de creche.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 ANIMAIS E DIETAS EXPERIMENTAIS

O protocolo experimental foi revisado e aprovado pelo comitê de ética em experimentação animal da Universidade Federal de Santa Maria (CEUA nº 4749190215).

Foram utilizados 12 e 18 suínos machos castrados em fase de creche com peso vivo inicial médio de $8 \pm 0,81$ e $16 \pm 1,57$ quilogramas, no ensaio I e II, respectivamente. Os animais foram distribuídos, em delineamento inteiramente casualizado, com 2 (ensaio I) e 3 tratamentos (ensaio II), cada qual com seis repetições.

No ensaio I os tratamentos consistiram de uma dieta referência (DR) e uma dieta teste (DT) elaborada através da substituição de 40% (peso) dos alimentos por quirera de arroz (QA). Enquanto no ensaio II, 16% dos alimentos energéticos da DT foram substituídos por farelo de arroz estabilizado (FAE) ou farelo de arroz parboilizado (FAP), para formar os tratamentos avaliados. A composição da DR foi idêntica nos dois ensaios, sendo formulada para atender as recomendações nutricionais de Rostagno et al. (2011). A composição das dietas referência e dieta teste podem ser visualizadas na tabela 1.

2.2 PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Em ambos os ensaios os suínos foram alojados individualmente em gaiolas de metabolismo equipadas com comedouro, recipientes para coleta de fezes e coletores de urina. As gaiolas possuíam regulação para facilitar ajustes de acordo com o crescimento do animal. A duração dos dois experimentos foi de 12 dias cada, sendo sete dias para o período de adaptação dos animais a dieta e manejo e cinco dias de coleta total de fezes.

O arraçoamento dos animais foi realizado quatro vezes ao dia, duas vezes no período da manhã, às 08:00 h e às 11:00 h, e duas vezes no período da tarde, às 14:00 h e às 17:00 h. A ração foi fornecida na forma úmida, e quando havia sobras, as mesmas eram recolhidas e pesadas para posterior dedução da quantidade ingerida pelos animais.

A ração fornecida aos animais baseou-se no peso vivo metabólico ($\text{kg}^{0,75}$), obtido de acordo com o menor consumo durante o período de adaptação. A água foi fornecida à vontade no comedouro, permanecendo até o próximo arraçoamento.

2.3 COLETA E ANÁLISES DE AMOSTRAS

Foi realizada coleta total de fezes utilizando óxido férrico (1%) como marcador fecal. As fezes foram colhidas duas ou mais vezes ao dia, pesadas e armazenadas em freezer (-18°C). Ao final do período experimental, foram descongeladas, pesadas e homogeneizadas, sendo retirada uma amostra de 200g de cada repetição. Posteriormente, as amostras foram parcialmente secas em estufa com circulação forçada de ar a 60°C, por um período de 72 horas, moídas em peneira de 1mm e armazenadas para futuras análises. O mesmo procedimento foi realizado para as amostras de alimentos e rações experimentais.

O teor de matéria seca (MS) das amostras foi determinado através de secagem em estufa a 105°C, em um período mínimo de 12 horas. Para a determinação da matéria mineral (MM), foi realizada a queima em mufla à temperatura de 600°C por um período de 4 horas. A mensuração da proteína bruta (PB, N x 6.25) foi realizada de forma indireta através de valores de nitrogênio total estimados pelo método de Kjeldahl (AOAC, 1997). A concentração de extrato etéreo (EE) foi determinada pelo sistema Soxtherm, utilizando éter de petróleo.

Os valores de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foram determinados pelo método descrito por Van Soest (1967). As amostras foram pesadas e acomodadas em sacos de poliéster com porosidade de 25 micras e sofreram a ação da solução detergente neutro e posterior ação do detergente ácido, realizado em autoclave com temperatura de 110°C por um período de 40 minutos em cada um dos procedimentos, de acordo com Senger et al. (2008). A energia bruta (EB) foi determinada em bomba calorimétrica adiabática PARR.

2.4 CÁLCULOS

Para o cálculo do coeficiente de digestibilidade (CD) referente à coleta total de fezes foi utilizada a equação 1. Os valores de energia digestível aparente da ração e dos alimentos foram calculados utilizando as equações 2 e 3, propostas por Matterson et al. (1965).

$$(1) \text{ CD (\%)}: 100 \times (\text{nutriente na ração} - \text{Nutriente nas fezes}) / \text{Nutriente na ração}$$

$$(2) \text{ Energia digestível (ED) ração} = (\text{EB ingerida} - \text{EB excretada}) / \text{MS ingerida}$$

$$(3) \text{ ED Alimento} = \text{ED referência} + (\text{ED teste} - \text{ED referência}) / \text{g alimento/g ração}$$

Os valores de energia líquida foram calculados através de diferentes fórmulas encontradas na literatura (tabela 6). O valor de amido da quirera de arroz, farelo de arroz estabilizado e farelo de arroz parboilizado para a determinação da energia líquida foi calculado utilizando a seguinte fórmula: $\text{Amido (\%MS)} = 75,86 - 1,07*MM - 1,65*EE - 1,03*FB$.

2.5 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Os coeficientes de digestibilidade dos alimentos avaliados foram submetidos à análise de variância utilizando o modelo: $Y_{ij} = \mu + T_i + \epsilon_{ij}$

Y_{ij} = observações das variáveis dependentes

μ = média geral de todas as observações

T_i = efeito do i-ésimo tratamento

ϵ_{ij} = erro aleatório residual da observação do tratamento i sobre a repetição.

Os dados de digestibilidade obtidos no ensaio I e II foram analisados conjuntamente. Os resultados foram submetidos à análise de variância e médias comparadas pelo teste de Tukey. Todas as análises foram realizadas com o programa estatístico MINITAB (2013).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados referentes à composição química e os valores de energia bruta (EB) dos coprodutos do beneficiamento do arroz são apresentados na tabela 2. Os teores de proteína bruta (PB) encontrados na QA foram cerca de 55% inferiores aos obtidos para o FAE e FAP que, por sua vez, foram próximos entre si (9,54 versus 17,54 e 16,69%, respectivamente). A concentração de PB da QA foi semelhante ao valor citado (9,64%) em Rostagno et al. (2011), mas os dados obtidos para FAE e FAP foram cerca de 16% superiores. Fatores ligados às características da matéria prima e seu processamento podem ter influência na quantia de PB dos farelos (NEPOMUCENO et al., 2011).

Em relação à matéria mineral (MM), a QA apresentou 2 pontos percentuais a mais de MM comparado ao citado em tabelas de composição de alimentos (SAUVANT et al., 2004; ROSTAGNO et al., 2011). Dado que a composição química em nutrientes pode variar de acordo com a origem do produto, a diferença dos valores de matéria mineral entre os autores

pode ser devido a este fator. De acordo com Walter et al. (2008) o teor mineral sofre grande influência das condições de cultivo, como fertilização e condições do solo.

Quando se compara a QA com o FAE e FAP verifica-se que os farelos possuem 3,5 vezes mais MM que a QA. Essa diferença pode estar relacionada à diferença no processamento dos subprodutos do arroz, já que no processo de parboilização a maioria dos minerais presentes no grão são retidos no interior do mesmo (HENRY e MASSEY, 2001), diferentemente da quirera, onde os minerais encontram-se em maior concentração nas camadas mais externas do grão (WALTER et al., 2008).

Os teores de extrato etéreo (EE) analisados foram de 0,82% para a QA, 16,75% para o FAE e 25,18% para o FAP. O valor de EE encontrado neste trabalho foi menor quando comparado ao valor citado por Rostagno et al. (2011), que apresentou o valor de 1,29% de EE para a quirera de arroz. Os valores de EE referentes aos coprodutos FAE e FAP também apresentaram variações quando comparados entre si (16,75% e 25,18%, respectivamente). Esse fato é explicado devido à diferença em relação ao processamento dos diferentes subprodutos oriundos do grão de arroz. Diferente do farelo de arroz estabilizado, que sofre a retirada do óleo através de prensagem, no farelo de arroz parboilizado não ocorre este processo, resultando em maior quantidade de gordura neste farelo (MUJAHID et al., 2005).

Observou-se maior quantidade de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) nos farelos em relação à quirera. A fibra está presente em maior quantidade nas camadas mais periféricas do grão, sendo retirada juntamente com o farelo no processo de polimento (NAVES, 2007). O processo de maceração que ocorre na parboilização do arroz, quando envolve maior período de tempo também pode elevar o teor de fibra do coproduto (DORS et al., 2009).

O valor de energia bruta (EB) da QA e FAE está de acordo com os dados obtidos por Rostagno et al. (2011). Os autores encontraram para a QA o valor de 4332 kcal/kg de EB, e no presente trabalho foi encontrado valor similar de 4322 kcal/kg de EB. O valor de EB do FAE encontrado neste trabalho foi similar ao valor citado por Rostagno et al. (2011) para o farelo de arroz (4852 kcal/kg de EB). Em relação ao valor de EB do FAP, este foi maior quando comparado ao encontrado por Aquino et al. (2014), quando os autores encontraram 4108 de EB para o FAP. A variação na EB pode estar relacionada com a maior quantidade de extrato etéreo dos coprodutos em especial os farelos.

Os valores de desempenho e coeficientes de digestibilidade da dieta basal e dieta teste são apresentados na tabela 3. Observou-se diferença significativa ($P < 0,005$) da quantidade de fezes dos animais que receberam a dieta teste contendo QA. Por ser um ingrediente mais

digestível em comparação aos demais coprodutos do arroz, a menor produção de fezes pode estar associada às características dos grânulos de amido do subproduto (EBERT et al., 2005). Segundo o autor, o tamanho dos grânulos pode influenciar na utilização do amido e grânulos menores possibilitam maior ação das enzimas digestivas sobre o substrato.

Os resultados apresentados na tabela 4 demonstram que houve maior quantidade de fezes excretadas pelos animais quando os mesmos receberam dietas contendo os diferentes tipos de farelos de arroz. Observa-se maior excreção no tratamento com FAP, o que pode ser explicado devido ao fato dos farelos de arroz conterem maior quantidade de frações fibrosas (LE GOFF et al., 2002), aumentando a taxa de passagem do alimento pelo trato digestório do animal.

Na tabela 5 são apresentados os coeficientes de digestibilidade e valores de energia digestível e metabolizável dos coprodutos do arroz. Os coeficientes de digestibilidade da proteína bruta (PB) e energia bruta (EB) para a QA foram semelhantes ao encontrado por Ebert et al. (2005). Os autores encontraram os valores de 88,7% para a PB e 93,3% de digestibilidade para a energia bruta. Segundo Le Goff et al. (2002) maiores teores de fibra no alimento aumentam a taxa de passagem e diminuem a absorção dos nutrientes dos mesmos. Isto pode ser observado no presente trabalho, onde a digestibilidade dos componentes foi maior para a QA, que possui basicamente amido em sua composição.

Observou-se menor coeficiente de digestibilidade de energia bruta para o FAP. Como os subprodutos do arroz em especial os farelos apresentam maior quantidade de fibras em sua composição estas afetam a digestibilidade em animais monogástricos e a energia bruta dos alimentos também pode ser afetada (BRITO et al., 2008). Fatores como a idade do animal também influenciam na digestibilidade da energia e da fibra (LE GOFF et al., 2002).

Houve diferença nos níveis de energia digestível (ED) entre os subprodutos testados ($P < 0,005$). Observou-se maior valor de ED para a QA e para o FAP. Segundo Ramonet et al. (1999), rações contendo maiores teores de fibra diminuem a energia digestível. O maior teor de ED na QA já era esperado, devido a este subproduto apresentar grande quantidade de amido em sua composição. Porém considerando que o FAP contém maior quantidade de fibra em relação à quítera, esperava-se um menor valor de ED para o mesmo, o que não ocorreu. É possível que as diferenças no nível de EE tenham compensado os efeitos da fibra. Segundo Gomes et al. (2012) como não há uma padronização do método de polimento do grão de arroz durante o seu beneficiamento, podem ocorrer variações na composição química no farelo dependendo do tipo de processamento. Este fator pode ter aumentado a quantidade de ED no FAP apresentado neste trabalho.

Os valores de EL para QA, FAE e FAP estimados por diferentes equações podem ser visualizados na tabela 6. Ao observar a média geral da QA entre todas as equações se percebe que o valor representa 98,28 e 95,26% daqueles citados por Rostagno et al. (2011) e Sauvant et al. (2004), respectivamente. É provável que os valores sejam próximos devido à grande maioria das equações usadas nas tabelas terem origem semelhante às do nosso estudo.

A EL estimada para a QA pela equação 3 foi superior as demais, sendo cerca de 8% maior em relação à média geral. Talvez essa diferença tenha ocorrido porque a equação foi inicialmente proposta para alimentos específicos, ou seja, o grão e o farelo de trigo, DDGS de milho, farelos de canola e algodão.

As equações 6, 7 e 10 resultaram nos menores valores de energia líquida. A média de EL estimada pelas equações 6, 7 e 10 foi aproximadamente 2850 kcal/kg, que representa 92% do valor médio de EL da QA obtido com as onze equações avaliadas.

A EL média do FAE foi próxima daquela citada por Rostagno et al. (2011) para o farelo de arroz integral (2646 e 2663 kcal/kg, respectivamente).

Comparando-se todas as equações do FAE, constatou-se que a 1 e 4 resultaram nas menores energias líquida, sendo em média 4,5% inferior à média geral. O coeficiente de variação entre as EL das onze equações foi de 8%, que pode ser interpretado como uma variação intermediária.

O maior valor de EL do FAE foi obtido quando se utilizou a equação 3, embora essa não tenha sido diferente da EL calculada pela equação 2. A EL média entre as equações 2 e 3 foi 2953 kcal/kg, valor 10,4% superior à média de EL estimada com as 11 equações utilizadas nesse estudo. As equações 2 e 3 são classificadas como equações lineares simples que usam a EM como única variável para estimar a EL. Os parâmetros das duas equações (0,75 e 0,84, respectivamente) indicam que a EL é, invariavelmente, 75 e 84% da EM do alimento, desconsiderando diferenças na eficiência metabólica da EM que ocorrem dependendo do nutriente que a EM tem origem. Além disso, a equação 3 foi proposta para utilização com dietas.

A EL média do FAP considerando as 11 equações foi 15,5 e 23,2% maior que os dados citados em Rostagno et al. (2011) e NRC (2012) para o farelo de arroz integral convencional. A variação na composição química e conteúdo de nutrientes digestíveis entre os farelos é o principal motivo as diferenças observadas.

Assim como nos outros alimentos avaliados no estudo, se constatou que a EL calculada com a equação 3 foi superior as demais. O valor de EL da equação 3 foi 11,64%

superior em relação à média geral. Contudo, destaca-se que essa equação foi elaborada para alimentos específicos, conforme comentado anteriormente.

As equações 5, 6, 7 e 10 resultaram nas menores estimativas de EL, sendo a média entre elas 3,0% inferior à média geral. Se desconsiderar a equação 3 das análises, a EL obtida com as equações 5, 6, 7 e 10 passa a ser 2,1% inferior à média geral e desaparecem as diferenças entre as equações para estimativa de EL do farelo de arroz parboilizado.

A adoção de equações de predição de EL surgiu das dificuldades práticas de aplicação desse sistema energético, já que sua metodologia é bastante onerosa e complexa (NOBLET et al., 2003). Entretanto, é necessário ter critério na escolha da equação a ser utilizada, levando em conta sua metodologia de origem e também se é destinada para ingredientes ou dietas.

A variabilidade na comparação entre ingredientes é notavelmente maior do que a existente entre dietas. Se pensarmos em níveis de proteína de cereais e seus subprodutos, por exemplo, percebemos que esses níveis podem facilmente variar de 2 a 60%. Enquanto dietas fornecidas para suínos variam entre 10 e 21% de proteína (ROSTAGNO et al., 2011). Dessa forma, a predição da EL em rações se torna mais fácil do que para ingredientes.

4 CONCLUSÕES

A quirera de arroz demonstrou maiores coeficientes de digestibilidade dos seus nutrientes, com exceção do extrato etéreo, bem como da própria energia bruta, quando comparada com os farelos estabilizado e parboilizado. A digestibilidade das frações fibrosas, fibra em detergente neutro e ácido, foi maior no farelo parboilizado quando comparado ao estabilizado, e é entendida como fruto da diferença existente entre o processamento dos produtos.

A quantidade de nutrientes digestíveis permitiu a quirera apresentar valores de energia digestível e metabolizável superiores aos farelos derivados do arroz. O valor médio de energia líquida foi 15% maior para a quirera em relação ao farelo de arroz estabilizado, que por sua vez foi 6% menor que o farelo de arroz parboilizado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**, Arlington. AOAC, 2005.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis**, 16th, 3. ed., Gaithersburg, MD. 1997.
- AQUINO, T. M. F.; WATANABE, P. H.; CARVALHO, L. E. et al. Níveis de inclusão do farelo de arroz parboilizado em rações para leitões na fase de creche. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 66, n. 5, p. 1531-1538, 2014. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S010209352014000501531&script=sci_abstract&tlng=pt. Acesso em: 17 jan. 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1678-6423>.
- BERTECHINI, A. G. **Nutrição de monogástricos**. 2. ed. Lavras: Ed. UFLA/FAEPE, 2006.
- BRITO, M. S. et al. Polissacarídeos não amiláceos na nutrição de monogástricos – revisão. **Acta Veterinaria Brasilica**, v. 2, n. 4, p. 111-117, 2008.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos 2014/15: décimo levantamento**. Brasília, v. 2, n. 10, p. 48, 2015.
- DORS, G. C.; PINTO, R. H.; BADIALE-FURLONG, E. Influência das condições de parboilização na composição química do arroz. **Ciência e Tecnologia dos Alimentos**, Campinas, v. 29, n. 1, p. 219-224, 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/cta/v29n1/v29n1a34.pdf>. Acesso em: 05 fev. 2016.
- EBERT, A. R.; RIBEIRO, A. M. L.; KESSLER, A. M. Desempenho e digestibilidade de leitões recém-desmamados recebendo grãos de arroz, milho ou farinha de trigo escura. **Arquivos Latinoamericanos de Produção Animal**, v. 13, p. 43-50, 2005. Disponível em: <http://www.bioline.org.br/pdf?la05006>. Acesso em: 26 jan. 2016.
- GOMES, T. R. et al. Farelo de arroz integral em rações para leitões de 43 a 67 dias de idade. **Ciência Animal Brasileira**, v. 13, n. 2, 2012. Disponível em: <http://revistas.bvs-vet.org.br/cab/article/view/6004/5527>. Acesso em: 9 mar. 2016. DOI: 10.5216/cab.v13i2.13528.
- HENRY, C. J. K.; MASSEY, D. Micronutrient changes during food processing and storage. **Crop Post Harvest Program (CPHP)**, v. 5, p. 1-8. Disponível em: <http://www.natural-knowhow.com/interesting-articles/article-micro-nutrient-changes-food-processing-storage/>. Acesso em: 3 mar. 2016.
- HURTADO NERY, V. L. H.; SOARES, R. T. R. N.; CHIQUIERI, J. Desempenho e características de carcaça de suínos em terminação alimentados com rações contendo subprodutos de arroz. **Zootecnia Tropical**, v. 28, n. 1, p. 43-49, 2010. Disponível em: http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-72692010000100006. Acesso em: 13 fev. 2016.

JUST, A. The net energy value of balanced diets for growing pigs. **Livestock Production Science**, v. 8, p. 541-555, 1982. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/030162268290032X>. Acesso em: 21 jan. 2016. DOI: 10.1016/0301-62 26(82) 90032-X.

KIEFER, C.; BONET DE QUADROS, A. R. Avaliação técnico-econômica da substituição do milho pela quirera de arroz em dietas de suínos. **Revista Ceres**, v. 53, n. 305, p. 31-37, 2006. Disponível em: <http://www.ceres.ufv.br/ojs/index.php/ceres/article/view/3108/1001>. Acesso em: 3 fev. 2016.

LE GOFF, G.; VAN MILGEN, J. AND NOBLET, J. Influence of dietary fiber on digestive utilization and rate of passage in growing pigs, finishing pigs and adult sows. **Animal Science**, v. 74, p. 503-515, 2002. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/279896205_Influence_of_dietary_fibre_on_digestive_utilization_and_rate_of_passage_in_growing_pigs_finishing_pigs_and_adult_sows. Acesso em: 10 mar. 2016.

MATTERSON, L. D. et al. **The metabolizable energy of feed ingredients for chickens**. Connecticut: Agriculture Experiment Station. 1965. p. 3-15, (Research Report, 7).

MINITAB STATISTICAL SOFTWARE, versão 16.1, 2013.

MUJAHID, A. et al. Effect of various processing techniques and different levels of antioxidant on stability of rice bran during storage. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 85, p. 847-852, 2005. Disponível em: <http://onlinelibrary.wiley.com>. Acesso em: 21 jan. 2016. DOI: 10.1002/jsfa.2026/epdf.

NAVES, M. M. V. **Características químicas e nutricionais do arroz**. Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos, Curitiba, v. 25, n. 1, p. 51-60, jan./jul. 2007.

NEPOMUCENO, R. C.; CARVALHO, L. E.; FREITAS, E. R. et al. Inclusão da quirera de arroz em rações de suínos na fase de creche. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 12, n. 3, p. 718-728, 2011. Disponível em: <http://revistas.ufba.br/index.php/rbspa/article/view/2079/1140>. Acesso em: 23 jan. 2016.

NOBLET, J. et al. Prediction of net energy value of feeds for growing pigs. **Journal of Animal Science**, v. 72, p. 344-354, 1994. Disponível em: <https://www.animalsciencepublications.org/publications/jas/articles/72/2/344>. Acesso em: 10 dez. 2015. DOI: 1994.722344x.

NOBLET, J. Energy evaluation of pigs feeds with emphasis on net energy. In: **BOKU-Symposium Tierernährung**, p. 13-18, 2013.

NOBLET, J. Estimativas do valor energético em rações de suínos. In: I Workshop Latino-Americano Ajinomoto Biolatina, 2001, Foz do Iguaçu. **Anais**. Foz do Iguaçu: Ajinomoto Animal Nutrition, 2001. p. 2-16.

NOBLET, J. **Desarrollos recientes y nuevas perspectivas em la valoración de alimentos para ganado porcino**. XXVI Curso de especialización avances em nutrición y alimentación animal. FEDNA. España:Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. Madrid, 2010.

NOBLET, J. Avaliação de energia líquida dos alimentos e determinação de exigências de energia líquida para suínos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, suplemento especial, p. 277-284, 2007.

NOBLET, J.; VAN MILGEN, J. Energy value of pig feeds: Effect of pig body weight and energy evaluation system. **Journal of Animal Science**, v. 82, E. Suppl. p. E229-E238, 2004. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15471802>. Acesso em: 13 jan. 2016.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (Washington, Estados Unidos). **Nutrient requirements of swine**, 9. ed. Washington: National Academy, 2012, 155 p.

ROSTAGNO, H. S. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3. ed. Viçosa, MG: UFV, Departamento de Zootecnia, 2011, 251p.

SAUVANT, D.; PEREZ, J. M.; G. Tran. **Tables of composition and nutritional value of feed materials: pigs, poultry, cattle, sheep, goats, rabbits, horses, fish**. D. Sauvant, J. M. Perez & G. Tran (Eds.). Wageningen Academic Publishers, Wageningen and INRA Editions, Versailles. 2004.

SENGER, C. et al. Evaluation of autoclave procedures for fibre analysis in forage and concentrate feedstuffs. **Animal Feed Science and Technology**, v. 146, n. 1-2, p. 169, 2008. Disponível em: [http://www.animalfeedscience.com/article/S0377-8401\(07\)00544-5/abstract](http://www.animalfeedscience.com/article/S0377-8401(07)00544-5/abstract). Acesso em 14 dez. 2015. DOI: 10.1016/j.anifeedsci.2007.12.008.

SILVA, F. A. M.; QUEIRÓZ, A. C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. Viçosa: UFV, 2002, 235p.

SILVA, H. O. et al. Quirera de arroz em substituição ao milho em rações para suínos em crescimento e terminação: desempenho e característica de carcaça. **Revista Científica de Produção Animal**, v. 6, n. 2, 2004. Disponível em: <http://www.ojs.ufpi.br/index.php/rcpa/article/view/277/238>. Acesso em: 13 nov. 2015.

VAN SOEST, P. J. Development of a comprehensive system of feed analysis and its application to forage. **Journal of Animal Science**, v. 26, n. 1, p.119-120, 1967.

WALTER, M.; MARCHEZAN, E.; AVILA, L. A. de. Arroz: composição e características nutricionais. **Ciencia Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 4, p. 1184-1192, 2008. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782008000400049. Acesso em: 20 fev. 2016. DOI: 10.1590/S0103-84782008000400049.

Tabela 1 – Composição da dieta referência e dietas teste contendo quirera de arroz (QA), farelo de arroz integral estabilizado (FAE) ou farelo de arroz integral parboilizado (FAP)

Ingredientes (%)	Dieta referência ¹	Dietas teste		
		QA	FAE	FAP
Quirera de arroz	0,00	40,00	0,00	0,00
Milho	52,57	31,00	43,88	43,88
Farelo de soja	28,78	16,65	24,00	24,00
Farelo de arroz estabilizado	0,00	0,00	16,00	0,00
Farelo de arroz parboilizado	0,00	0,00	0,00	16,00
Açúcar	5,00	2,90	4,16	4,16
Soro de leite	5,00	2,90	4,16	4,16
Plasma sanguíneo	2,00	1,16	1,66	1,66
Óleo	3,00	1,74	2,49	2,49
Calcário	0,80	0,80	0,80	0,80
Fosfato Bicálcico	1,70	1,70	1,70	1,70
Sal comum	0,30	0,30	0,30	0,30
L-lisina	0,46	0,46	0,46	0,46
DL-metionina	0,14	0,14	0,14	0,14
L-treonina	0,15	0,15	0,15	0,15
Premix Mineral	0,05	0,05	0,05	0,05
Premix Vitamínico	0,05	0,05	0,05	0,05
Total	100,00	100,00	100,00	100,00
Valores analisados				
Matéria seca (%)	87,54	87,41	88,54	88,16
Matéria mineral (%)	4,97	4,19	6,00	5,84
Proteína Bruta (%)	22,5	17,56	21,70	21,57
Extrato etéreo (%)	3,92	2,68	5,97	7,32
Lisina (%)*	0,92	1,03	0,64	0,64
Metionina (%)*	0,28	0,36	0,24	0,24
Metionina + Cistina (%)*	0,32	0,45	0,24	0,24
Treonina (%)*	0,54	0,63	0,40	0,40
Triptofano (%)*	0,12	0,16	0,18	0,18
Cálcio (%)	1,34	ND	1,45	1,37
Fósforo (%)*	0,33	0,35	0,45	0,45
Fibra em detergente neutro (%)	14,76	11,17	18,00	17,36
Fibra em detergente ácido (%)	5,68	3,92	6,34	6,18
Energia bruta (kcal/kg)	4370	4350	4449	4569

ND= não determinado. * Calculado de acordo Rostagno et al. (2011), utilizando dados de farelo de arroz integral para o FAE e FAP.

Tabela 2 – Composição química e valores de energia bruta da quirera de arroz (QA), farelo de arroz integral estabilizado (FAE) e farelo de arroz integral parboilizado (FAP) com base na matéria seca

Variável	QA	FAE	FAP
Matéria seca (%)	87,22	93,77	91,46
Matéria orgânica (%)	96,56	88,38	89,54
Proteína bruta (%)	9,54	17,54	16,69
Matéria mineral (%)	3,00	11,62	10,46
Extrato etéreo (%)	0,82	16,75	25,18
Fibra em detergente neutro (%)	5,77	35,03	31,03
Fibra em detergente ácido (%)	1,30	9,86	8,81
Cálcio (%)	ND	2,00	2,80
Fósforo (%)	ND	1,33	1,18
Energia bruta (kcal/kg)	4322	4868	5296

ND= Não determinado

Tabela 3 – Número de repetições e desempenho de acordo com a dieta basal (DB) e dieta teste (DT) com base na matéria seca

Variável	DB	DT (QA)	CV(%)	P
N	6	6	-	-
PVI (kg)	8,81	8,64	9,7	0,735
PVF (kg)	15,38	14,73	5,68	0,227
GPD (g/d)	551,36	504,47	8,25	0,097
MSI (g/d)	77,97	79,66	1,96	0,086
FEZES (g//d)	200,50	144,49	4,08	0,000
MSE (g/d)	8,58	7,52	3,09	0,000

DB= dieta basal; DT= dieta teste; QA= quirera de arroz; N= número de repetições; PVI= peso vivo inicial; PVF= peso vivo final; GPD= ganho de peso diário; MSI= matéria seca ingerida; MSE= matéria seca excretada; CV= coeficiente de variação; P= probabilidade

Tabela 4 – Número de repetições e desempenho de acordo com a dieta basal e dietas teste com base na matéria seca

Variável	DB	DT (FAE)	DT (FAP)	CV(%)	P
N	6	6	6	-	-
PVI (kg)	16,67	16,28	16,54	-	-
PVF (kg)	23,48	23,24	23,34	3,25	0,829
GPD (g/d)	582,78	557,50	570,28	11,00	0,783
MSI (g)	80,79 ^a	81,32 ^{ab}	81,44 ^a	1,26	0,096
FEZES (g/d)	249,18	274,29	334,66	9,90	0,000
MSE (g/d)	8,38 ^b	10,90 ^a	11,65 ^a	9,62	0,000

DB= dieta basal; DT= dieta teste; FAE= farelo de arroz estabilizado; FAP= farelo de arroz parboilizado; N=número de repetições; PVI= peso vivo inicial; PVF= peso vivo final; GPD= ganho de peso diário; MSI= matéria seca ingerida; MSE= matéria seca excretada; CV= coeficiente de variação, P= probabilidade. Médias com letras diferentes diferem significativamente pelo teste de Tukey (P<0,005).

Tabela 5 – Coeficientes de digestibilidade e valores de energia digestível e metabolizável da quirera de arroz (QA), farelo de arroz integral estabilizado (FAE) e farelo de arroz integral parboilizado (FAP), com base na matéria seca

Variável	QA	FAE	FAP	EPM	CV (%)	P
MO (%)	94,73 ^a	71,85 ^b	66,05 ^b	2,81	8,87	0,000
MM (%)	33,74 ^a	42,20 ^b	45,53 ^b	2,65	16,00	0,019
PB (%)	87,40 ^a	69,42 ^b	72,78 ^b	1,16	3,86	0,000
EE (%)	82,68	79,92	78,20	1,68	5,12	0,196
FDN (%)	ND	64,71 ^b	75,49 ^a	3,10	10,81	0,030
FDA (%)	ND	54,43 ^b	81,38 ^a	5,54	20,25	0,006
EB (%)	93,94 ^a	77,61 ^b	75,22 ^b	2,03	9,67	0,000
ED (kcal/kg)	4060 ^b	3778 ^b	3983 ^{ab}	65,6	4,06	0,000
EM* (kcal/kg)	3995 ^a	3659 ^b	3869 ^{ab}	65,6	4,08	0,000

ND= não determinado. MO(%)= matéria orgânica; MM(%)= matéria mineral; PB(%)=proteína bruta; EE(%)= extrato etéreo; FDN(%)= fibra em detergente neutro; FDA(%)= fibra em detergente ácido; EB(%)= energia bruta; ED= energia digestível; EM= energia metabolizável. EPM= erro padrão da média; CV(%)= coeficiente de variação; P= probabilidade.*EM= ED - (6,8*%PB).Médias com letras diferentes diferem significativamente pelo teste de Tukey (P<0,005).

Tabela 6 – Equações e valores estimados de energia líquida (EL) da quirera de arroz (QA), farelo de arroz integral estabilizado (FAE) e farelo de arroz integral parboilizado (FAP), utilizando equações propostas por diferentes autores, na matéria seca

Número	Fórmula	QA	FAE	FAP	Fonte
1	$EL = (0,703*ED) + (1,58*EE) + (0,47*AM) - (0,97*PB) - (0,98*FB)$	3215,37 ^b	2533,53 ^c	2781,94 ^{ab}	NOBLET et al., 1994
2	$EL = (-1,88) + (0,75*EM)$	3044,56 ^c	2832,9 ^{ab}	2932,48 ^{ab}	JUST, 1982
3	$EL = (-0,47) + (0,84*EM)$	3355,81 ^a	3073,07 ^a	3189,44 ^a	LIU et al., 2015
4	$EL = (0,730*EM) + (13,15*EE) + (3,59*AM) - (6,69*PB) - (9,8*FB)$	3205,12 ^b	2517,32 ^c	2790,11 ^{ab}	SAUVANT et al., 2004
5	$EL = (0,700*ED) + (6,73*EE) + (2*AM) - (3,81*PB) - (3,64*FDA)$	2999,54 ^c	2610,13 ^{bc}	2758,33 ^{ab}	NOBLET et al., 1994
6	$EL = (0,703*ED) - (0,041*PB) + (0,066*EE) - (0,041*FB) + (0,020*AM)$	2869,52 ^d	2650,64 ^{bc}	2750,51 ^{ab}	NOBLET et al., 1994
7	$EL = (0,730*EM) + (0,055*EE) + (0,015*AM) - (0,028*PB) - (0,041*FB)$	2820,65 ^d	2565,54 ^{bc}	2670,11 ^b	NOBLET et al., 1994
8	$EL = (0,726*EM) + (1,33*EE) + (0,39*AM) - (0,62*PB) - (0,83*FDA)$	3218,30 ^b	2561,78 ^{bc}	2797,24 ^{ab}	NOBLET et al., 1994
9	$EL = (0,726*EM) + (1,33*EE) + (0,39*AM) - (0,67*PB) - (0,87*FDA)$	3213,41 ^b	2545,89 ^{bc}	2790,07 ^{ab}	NOBLET et al., 1994
10	$EL = (0,703*ED) + (0,066*EE) + (0,020*AM) - (0,041*FB)$	2873,11 ^d	2653,49 ^{bc}	2753,49 ^{ab}	NOBLET et al., 1994
11	$EL = (0,700*ED) + (1,61*EE) + (0,48*AM) - (0,91*PB) - (0,87*FDA)$	3220,09 ^b	2563,05 ^{bc}	2787,87 ^{ab}	NOBLET et al., 1994
Média	-	3094,1	2646,1	2818,3	-
DP	-	180,7	166,9	137,6	-
Mínimo	-	2820,6	2517,3	2670,1	-
Máximo	-	3355,8	3073,1	3189,4	-

DP= desvio padrão; AM: amido; ED: energia digestível; EE: extrato etéreo; FB: fibra bruta; FDA: fibra em detergente ácido; PB: proteína bruta; EL= energia líquida. Médias seguidas por letras diferentes na coluna diferem pelo teste de Tukey (P<0,05).

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

- A composição química e utilização digestiva da quirera de arroz, farelo de arroz estabilizado e farelo de arroz apresentam diferenças que refletem o processamento usado na sua obtenção.
- O valor de energia líquida varia de acordo com a equação utilizada para estimá-la.
- Com base nos dados de composição química, utilização digestiva e valores de energia, pode-se afirmar que a quirera de arroz, farelo de arroz estabilizado e farelo de arroz parboilizado apresentam potencial de utilização na dieta de leitões.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AQUINO, T. M. F.; WATANABE, P. H.; CARVALHO, L. E. et al. Níveis de inclusão do farelo de arroz parboilizado em rações para leitões na fase de creche. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 66, n. 5, p. 1531-1538, 2014. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S010209352014000501531&script=sci_abstract&tlng=p t. Acesso em: 17 jan. 2016. DOI:<http://dx.doi.org/10.1590/1678-6423>.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE ARROZ PARBOILIZADO. **Informativos**. Disponível em: http://www.abiap.com.br/sitept/content/informativos/detalhe.php?informativo_id=94. Acesso em: 07 jan. 2015.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL. ABPA. **Cenário carnes 2014/2015**. Disponível em: http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/camaras_setoriais/Aves_e_suin0s/25RO/Cen%C 3%A1rio% 20Carnes% 202014% 202015.pdf. Acesso em: 28 mar. 2016.
- BELLAVER, C.; LUDKE, J. V. Considerações sobre os alimentos para dietas de suínos. **Encontro Internacional dos Negócios da Pecuária**. Cuiába, 2004.
- BERTOL, T. M. et al. Proteínas da soja processadas de diferentes modos em dietas para desmame de leitões. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 1, p. 150-157, 2001.
- BERTOL, T. M.; SANTOS FILHO, J. I.; LUDKE, J. V. Níveis de suplementação com lactose na dieta de leitões desmamados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 5, p. 1387-1393, 2000. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbz/v29n5/5660.pdf>. Acesso em: 23 fev. 2016.
- BÜNZEN, S.; SALGUERO, S.; ALBINO, L. F. T.; ROSTAGNO, H. S. Recentes avanços na nutrição de suínos. In: Simpósio Brasil Sul de Suinocultura, 2008, Chapecó, SC. **Anais...** Chapecó: EMBRAPA, 2008, p. 86-99.
- BUTOLO, J. E. **Qualidade de ingredientes na alimentação animal**. 1. ed. Botucatu/SP: Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – UNESP, p. 430, 2002.
- DE LANGE, C. F. M.; BIRKETT, S. H. Characterization of useful energy content in swine and poultry feed ingredients. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 85, p. 269-280, 2005. Disponível em: <http://www.nrcresearchpress.com>. Acesso em: 18 jan. 2016. DOI:10.4141/cjas10063.
- DENARDIN, C. C. et al. Composição mineral de cultivares de arroz Integral, parboilizado e branco. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 15, n. 2, p. 125-130, 2004. Disponível em: <http://serv-bib.fcfar.unesp.br/seer/index.php/alimentos/article/viewFile/66/81>. Acesso em: 12 fev. 2016.
- EBERT, A. R.; RIBEIRO, A. M. L.; KESSLER, A. M. Desempenho e digestibilidade de leitões recém-desmamados recebendo grãos de arroz, milho ou farinha de trigo escura. **Arquivos Latinoamericanos de Produção Animal**, v. 13, p. 43-50, 2005. Disponível em: <http://www.bioline.org.br/pdf?la05006>. Acesso em: 26 jan. 2016.

ELIAS, M. C.; FRANCO, D. F. Pós-colheita e Industrialização de Arroz. In: MAGALHÃES JÚNIOR, A. M. de; GOMES, A. da S.; SANTOS, A. B. dos. **Sistemas de Cultivo de Arroz Irrigado no Brasil**. 1. ed. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, v. 1, p. 229-240, 2006.

ENOCHAIN, R. V. et al. Stabilization of rice bran with extruder cookers and recovery of edible oil: A preliminary analysis of operational and financial feasibility. **Marketing Research Report**, n. 1120, 1981.

EWAN, R. C. **Predicting the energy utilization of diets and feed ingredients by pigs**. In: van der Honing Y, Close WH, editors. Energy Metabolism of Farm Animals; Proceedings of the 11th Symposium; Lunteren, The Netherlands. 1989. p. 215-218.

GOMES, J. D. F. et al. Efeitos do incremento de fibra dietética sobre a digestibilidade, desempenho e características de carcaça: I. suínos em crescimento e terminação. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 28, n. 3, p. 483-492, 2007. Disponível em: http://www.uel.br/proppg/portal/pages/arquivos/pesquisa/semina/pdf/semina_28_3_19_17.pdf Acesso em: 23 fev. 2016.

HURTADO NERY, V. L. H.; SOARES, R. T. R. N; CHIQUIERI, J. Desempenho e características de carcaça de suínos em terminação alimentados com rações contendo subprodutos de arroz. **Zootecnia Tropical**, v. 28, n. 1, p. 43-49, 2010. Disponível em: http://www.scielo.org/ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-72692010000100006. Acesso em: 13 fev. 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. IBGE. Indicadores IBGE. **Estatística da produção pecuária**. Junho de 2015. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/producaoagropecuaria/abat-e-leite-couro-ovos_201501_publ_completa.pdf. Acesso em: 28/03/2016.

KIEFER, C.; BONET DE QUADROS, A. R. Avaliação técnico-econômica da substituição do milho pela quirera de arroz em dietas de suínos. **Revista Ceres**, v. 53, n. 305, p. 31-37, 2006. Disponível em: <http://www.ceres.ufv.br/ojs/index.php/ceres/article/view/3108/1001>. Acesso em: 3 fev. 2016.

LAKKAKULA, N. R.; LIMA, M. H.; WALKER, T. Rice bran stabilization and rice bran oil extraction using ohmic heating. **Bioresource Technology**, v. 92, p. 157-161, 2004. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960852403002244>. Acesso em: 18 dez. 2015. DOI: 10.1016/j.biortech.2003.08.010.

LIMA, G. J. M. M. et al. Qualidade nutricional do milho: padrões e valorização econômica. In: Conferência de Ciência e Tecnologia Avícolas, 2005, Santos. **Anais...** Santos: APINCO, 2005. p. 235-248.

LIMA, G. J. M. M.; MORÉS, N.; SANCHES, R. L. As diarreias nutricionais na suinocultura. **Acta Scientiae Veterinariae**, v. 37, n. 1, p. 17-30, 2009. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/actavet/37-suple-1/suinos-03.pdf>. Acesso em: 19 jan. 2016.

LIU, D. W. et al. Determination and prediction of the net energy content of seven feed ingredients fed to growing pigs based on chemical composition. **Animal Production Science**, v. 55, p. 1152-1163, 2015. Disponível em: <http://www.publish.csiro.au/paper/AN14091.htm>. Acesso em 19 dez. 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1071/AN14091>.

MENG, X. et al. Degradation of cell wall polysaccharides by combination of carbohydrase enzymes and their effect on nutrient utilization and broiler chicken performance. **Poultry Science**, v. 84, p. 37-47, 2005.

MUJAHID, A. et al. Effect of various processing techniques and different levels of antioxidant on stability of rice bran during storage. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 85, p. 847-852, 2005. Disponível em: <http://onlinelibrary.wiley.com>. Acesso em: 21 jan. 2016. DOI:10.1002/jsfa.2026/epdf.

NOBLET, J. Avaliação de energia líquida dos alimentos e determinação de exigências de energia líquida para suínos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, suplemento especial, p. 277-284, 2007.

PARRADO, J. et al. Preparation of a rice bran enzymatic extract, with potential use as functional food. **Food Chemistry**, v. 98, p. 742-748, 2006. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814605005777>. Acesso em: 11 nov. 2015. DOI: 10.1016/j.foodchem.2005.07.016.

POZZA, P. C. et al. Composição química, digestibilidade e predição dos valores energéticos da farinha de carne e ossos para suínos. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v. 30, n. 1, p. 33-40, 2008. Disponível em: <http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAnimSci/article/view/3597/2664>. Acesso em: 26 nov. 2015. DOI: 10.4025/actascianimsci.v30i1.3597.

RAMEZANZADEH, F. M. et al. Prevention of hydrolytic rancidity in bran during storage. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 47, p. 3050-3052, 1999. Disponível em: <http://pubs.acs.org>. Acesso em: 25 nov. 2015. DOI:10.1021/jf981335r.

RIBEIRO, A. M. L.; HENN, J. D.; SILVA, G. L. Alimentos alternativos para suínos em crescimento e terminação. **Acta Scientiae Veterinariae**, v. 38, n. 1, p. 61-67, 2010. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/actavet/38-1/038-1.htm>. Acesso em: 14 fev. 2016.

ROSTAGNO, H. S. et al. Avanços metodológicos na avaliação de alimentos e de exigências nutricionais para aves e suínos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, suplemento especial, p. 295-304, 2007. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-35982007001000027. Acesso em: 5 jan. 2015.

SAKOMURA, N. K.; ROSTAGNO, H. S. **Métodos de pesquisa em nutrição demonogástricos**. Jaboticabal - SP. FUNEP, 2007, 283p.

SANTOS, A. B.; STONE, L. F.; VIEIRA, N. R. A. **A cultura do arroz no Brasil**. 2. ed. Santo Antônio da Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2006.

SCHIEMANN, R. et al. **Energetische Futterbeurteilung und Energienormen**. [Energetic assessment of feeds.]. VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin, Germany. 1972.

SILVA, C. C. **Avaliação do uso de leveduras (*Saccharomyces cerevisiae*) inativas e hidrolisadas nas dietas iniciais de leitões**. Pirassununga, 2010. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade de São Paulo, USP.

SILVA, H. O. et al. Quirera de arroz em substituição ao milho em rações para suínos em crescimento e terminação: desempenho e característica de carcaça. **Revista Científica de Produção Animal**, v. 6, n. 2, 2004. Disponível em: <http://www.ojs.ufpi.br/index.php/rcpa/article/view/277/238>. Acesso em: 13 nov. 2015.

SILVA, M. A.; SANCHES, C.; AMANTE, E. R. Prevention of hydrolytic rancidity in rice bran. **Journal of Food Engineering**, Essex, v. 75, n. 4, p. 487-491, 2006.

SILVA, N. H. **Fitase em rações para suínos em crescimento: digestibilidade total, ileal e desempenho**. 2003. 17 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras. Minas Gerais.

SPADARO, J. J.; MATTHEUS, J.; WADSWORTH, J. I. Milling. In: LUH, B. S. Rice: production and utilization. **Connecticut: AVI Publishing**. p. 360-402, 1980.

TONEL, I. S .P. A. **Efeito da utilização de butirato de sódio na digestibilidade, atividade fermentativa e morfologia intestinal de leitões desmamados**. 2009. 48 f. Dissertação (Mestrado) Instituto Superior de Agronomia – Escola Técnica de Lisboa, 2009.

TSE, M. L. P. et al. Leitões recém-desmamados alimentados com dietas contendo proteína láctea e zinco suplementar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 9, 2010. Disponível em: <http://www.sbz.org.br/revista/artigos/8164.pdf>. Acesso em: 22/02/2016.

VELAYUDHAN, D. E.; KIM, I. H.; NYACHOTI, C. M. Characterization of dietary energy in swine feed and feed ingredients: A review of recent research results. **Asian Australasian Journal of Animal Science**, v. 28, p. 1-13, 2015. Disponível em: <http://ajas.info/journal/view.php?doi=10.5713/ajas.14.0001R>. Acesso em: 13 dez. 2015. DOI: 10.5713/ajas.14.0001R.

VICENTE, B. D.G. et al. The effects of feeding rice in substitution of corn and the degree of starch gelatinization of rice on the digestibility of dietary components and productive performance of young pigs. **Journal of Animal Science**. v. 86, p. 119-126, 2007. Disponível em: <http://jas.fass.org/content/early/2007/09/18/jas.2006-697.citation>. Acesso em: 11 dez. 2015. DOI: 10.2527/jas.2006-697.