



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA
GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

PAULO NATANAEL LIMA PACHECO

**DIGESTIBILIDADE DE DIETAS COM INCLUSÃO DE DIFERENTES NÍVEIS DE
FIBRA PURIFICADA PARA SUÍNOS EM FASE DE CRESCIMENTO**

FORTALEZA

2023

PAULO NATANAEL LIMA PACHECO

DIGESTIBILIDADE DE DIETAS COM INCLUSÃO DE DIFERENTES NÍVEIS DE
FIBRAS PURIFICADAS PARA SUÍNOS EM FASE DE CRESCIMENTO

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Graduação em Agronomia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Pedro Henrique Watanabe.

FORTALEZA

2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

P121d Pacheco, Paulo Natanael Lima.
Digestibilidade de dietas com inclusão de diferentes níveis de fibra purificada para suínos em fase de crescimento / Paulo Natanael Lima Pacheco. – 2023.
31 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Curso de Agronomia, Fortaleza, 2023.
Orientação: Prof. Dr. Pedro Henrique Watanabe.

1. Extrato etéreo. 2. Lignocelulose. 3. Proteína bruta. I. Título.

CDD 630

PAULO NATANAEL LIMA PACHECO

DIGESTIBILIDADE DE DIETAS COM INCLUSÃO DE DIFERENTES NÍVEIS DE
FIBRAS PURIFICADAS PARA SUÍNOS EM FASE DE CRESCIMENTO

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Graduação em Agronomia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Aprovada em: 07/07/2023.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Pedro Henrique Watanabe (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

MSc. Ingrid Barbosa de Mendonça
Universidade Federal do Ceará (UFC)

MSc. Kilvia Karoline de Sousa Viveiros
Universidade Federal do Ceará (UFC)

A Deus.

Aos meus pais, Paulo Pacheco e Carlina Lima.

Aos meus irmãos, Isaias, Natália, Nátale e Isabeli.

.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pelo dom da vida e por nunca se fazer ausente, me auxiliando e direcionando em todos os momentos.

Aos meus pais, Paulo Pacheco e Carlina Lima, por todo apoio, ensinamentos, carinho, amor, dedicação e confiança. Obrigado por não medirem esforços para que esse sonho se torne realidade. O amor incondicional de vocês é recíproco.

Aos meus queridos irmãos, Natália, Isaias, Nátale, e Isabeli, pelo carinho, amizade e parceria. Amo vocês.

Aos meus avós paternos, Francisco Pacheco e Anália Mendes.

Aos meus avós maternos Sales Lima e Fátima Bonifácio.

A minha avó Anália, a matriarca da família Pacheco, pelo apoio e por seu exemplo de fé e sabedoria.

Aos demais familiares, por todo crédito, apoio, incentivo e carinho recebido.

Aos meus tios Samuel, Magda, Naires e Isaias que me acolheram como filho em seus lares. Obrigado pelo cuidado, carinho e apoio durante os anos de graduação em Fortaleza.

A banca avaliadora em nome do professor Dr. Pedro Henrique Watanabe, MSc. Ingrid Barbosa de Mendonça e MSc. Kilvia Karoline de Sousa Viveiros pelas valiosas contribuições para melhoria desse trabalho.

Ao professor e orientador, Dr. Pedro Henrique Watanabe, por todo apoio, incentivo, ensinamentos, conselhos, paciência e confiança.

Ao professor do curso técnico, Dr. David Correa dos Anjos, pelo incentivo e por ter me apresentado a Agronomia.

Ao Setor de Suinocultura e ao Núcleo de Estudos em Suinocultura (NES), pelos conhecimentos adquiridos e as amizades construídas.

As pós graduandas Ingrid Barbosa e Ivyna Dryelle, por toda ajuda, amizade, conselhos, ensinamentos, por acreditarem em mim e estarem sempre me incentivando a alcançar meus objetivos.

A Rayssa Aline, a (General), ex-membra e ex-presidenta do NES, que foi amiga e parceira dos perrengues e experimentos. Obrigada pela parceria, amiga.

Á todos que auxiliaram na condução do experimento, em especial, as bolsistas Rayssa Aline, Valesca Abreu, Eulália Moura e Ester Sanil.

Á todos os ex-integrantes do NES, pela amizade e parceria, assim como aos atuais, Lucas, Valesca, Eulália, Ester, Miguel, João Marcelo, Flavia, Melquisedeque, Thatila e Paulo Víctor, pelo carinho e amizade.

Ao amigo e irmão Nertan Silva, pela amizade, apoio e conselhos.

Aos amigos do curso de Agronomia e Zootecnia.

Aos integrantes da minha turma, Agronomia 2017.2, pela amizade e apoio, obrigado pela união e por serem a melhor turma da Agronomia.

Aos amigos Claudio e Davi, pelo apoio, amizade e conselhos.

Aos funcionários do LANA, Laboratório de Nutrição Animal, em especial a Dona Rose, Danilo e Keila pelo apoio na realização das análises, como também aos alunos de graduação e pós-graduação Dayanne Ribeiro, Débora Ferreira, Evandra Justino, Jéssica Maranguape, Ivyna Dryelle, Amanda e Caio que me ajudaram nas análises.

Á todos os professores que me ensinaram ao longo dessa caminhada.

Á todos que não foram citados, mas que de alguma maneira contribuíram para concretização desse momento.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

P121d Pacheco, Paulo.
DIGESTIBILIDADE DE DIETAS COM INCLUSÃO DE DIFERENTES NÍVEIS DE FIBRA
PURIFICADA PARA SUÍNOS EM FASE DE CRESCIMENTO / Paulo Pacheco. – 2023.
31 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências
Agrárias, Curso de Agronomia, Fortaleza, 2023.
Orientação: Prof. Dr. Pedro Henrique Watanabe.

1. Extrato etéreo. 2. Lignocelulose. 3. Proteína bruta.. I. Título.

CDD 630

Não fui eu que ordenei a você? Seja forte e corajoso! Não se apavore nem desanime, pois o senhor, o seu Deus, estará com você por onde você andar.

Josué 1:9

RESUMO

Na nutrição de suínos, o conhecimento sobre as fibras está associado as respostas quanto às características e tipo da fonte fibrosa. Nesse sentido, observa-se a importância do conhecimento das novas fontes, como as fibras purificadas, cuja composição apresenta compostos fermentáveis e não fermentáveis. Objetivou-se determinar os coeficientes de digestibilidade da matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), matéria mineral (MM), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), energia bruta (EB), bem como, os valores dos nutrientes digestíveis da MM, PB, EE, FDN, FDA, energia digestível (ED), energia metabolizável (EM), energia digestível na matéria natural (EDMN) e energia metabolizável na matéria natural (EMMN) de dietas contendo diferentes níveis de inclusão de fibra purificada para suínos em fase de crescimento. Foram utilizados 20 suínos machos castrados, da linhagem Topigs Norsvin®, com 70 dias de idade, distribuídos em um delineamento blocos ao acaso, com 4 tratamentos e 5 repetições cada. Os tratamentos consistiram de: dieta OPT0%, sem inclusão de fibra purificada; Dieta OPT1%, contendo 1% de fibra purificada; Dieta OPT2%, contendo 2% de fibra purificada e Dieta OPT3%, contendo 3% de fibra purificada. Foi utilizado o método de coleta total de fezes e urina (6 dias de adaptação e 6 dias de coleta). As amostras de fezes e rações foram submetidas às análises laboratoriais quanto aos teores de MS, MM, PB, EE, FDN, FDA e EB, sendo obtidos os coeficientes de digestibilidade, os nutrientes digestíveis, ED, EM, EDMN e EMMN das dietas. Não houve diferença significativa ($P > 0,05$) entre os tratamentos sobre os coeficientes de digestibilidade de MS, PB, MM, FDA, EB, dos valores de nutrientes digestíveis da MM, FDN, FDA, EB e de ED, EM, EDMN e EMMN. As dietas com inclusão de 2% e 3% de fibra purificada apresentaram maior coeficiente de digestibilidade ($P < 0,05$) de EE, seguida da dieta com inclusão de 1% de fibra purificada, e menor valor para a dieta sem inclusão da fibra purificada. A dieta sem inclusão de fibra purificada apresentou maior coeficiente de digestibilidade de ($P < 0,05$) de FDN, seguida das dietas com 1% e 2% de inclusão de fibra purificada, e menor valor para a dieta com 3% de inclusão. A dieta sem inclusão de fibra purificada apresentou maior valor ($P < 0,05$) de PB digestível, seguida das dietas com 1%, 2% e 3% de inclusão de fibra purificada. As dietas com inclusão de 2% e 3% de inclusão de fibra purificada apresentaram maior valor ($P < 0,05$) de extrato etéreo digestível, diferindo da dieta sem inclusão de fibra purificada, que apresentou pior resultado para essa variável, a dieta com inclusão de 1% de fibra purificada não diferiu das demais dietas. Os níveis crescentes de fibra purificada aumentam o coeficiente de digestibilidade e o valor digestível de EE, mas diminui

o coeficiente de digestibilidade da FDN e o valor da proteína digestível, porém não afeta a digestibilidade da energia, ED, EM, EDMN e EMMN até o nível de 3% de inclusão em dietas para suínos na fase de crescimento.

Palavras-chave: extrato etéreo; lignocelulose; proteína bruta.

ABSTRACT

In pig nutrition, knowledge about fiber is associated with responses regarding the characteristics and type of the fibrous source. In this sense, it is observed the importance of knowing the new sources, such as purified fibers, whose composition presents fermentable and non-fermentable compounds. The objective of this study was to determine the digestibility coefficients of dry matter (DM), crude protein (CP), ether extract (EE), mineral matter (MM), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), crude energy (CE), as well as the digestible nutrient values of CP, EE, MM, NDF, ADF, digestible energy (DE), metabolizable energy (ME), digestible energy in natural matter (DENM) and metabolizable energy in natural matter (MEMN) of diets containing different levels of purified fiber inclusion for piglets in the growth phase. A total 20 castrated male piglets of the Topigs Norsvin® strain, with 70 days of age, distributed in a randomized block design, with 4 treatments and 5 replications each. The treatments consisted of: OPT0% diet, without inclusion of purified fiber; Diet OPT1%, containing 1% purified fiber; OPT2% diet, containing 2% purified fiber and OPT3% diet, containing 3% purified fiber. The method of total collection of feces and urine (6 days of adaptation and 6 days of collection) was used. The faeces and feed samples were submitted to laboratory analysis for the contents of DM, MM, CP, EE, NDF, ADF and CE, being obtained the digestibility coefficients, the digestible nutrients, DE, ME, DENM and MEMN of diets. There was no significant difference ($P>0.05$) between the digestibility coefficients of DM, CP, MM, ADF, CE, the values of digestible nutrients of MM, NDF, ADF, CE and DE, ME, DENM and MEMN. Diets with inclusion of 2% and 3% of purified fiber presented higher digestibility coefficient ($P<0.05$) of EE, followed by diet with inclusion of 1% of purified fiber, and lower value for the diet without inclusion of purified fiber. The diet without inclusion of purified fiber presented a higher digestibility coefficient of ($P<0.05$) of NDF, followed by diets with 1% and 2% of inclusion of purified fiber, and lower value for the diet with 3% of inclusion. The diet without inclusion of purified fiber presented the highest value ($P<0.05$) of digestible CP, followed by diets with 1%, 2% and 3% of inclusion of purified fiber. The diets with inclusion of 2% and 3% of purified fiber inclusion presented higher value ($P<0.05$) of digestible ether extract, differing from the diet without inclusion of purified fiber, which presented worse result for this variable, the diet with inclusion of 1% of purified fiber did not differ from the other diets. The increasing levels of purified fiber increase the digestibility coefficient and the digestible value of EE, but decrease the digestibility coefficient of NDF and the value of digestible protein, but

do not affect the digestibility of energy, DE, ME, DEMN and MEMN up to the level of 3% inclusion in diets for pigs in the growth phase.

Keywords: crude protein; ether extract; lignocellulose.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Níveis de garantia da fibra purificada.....	19
Tabela 2 – Composição percentual e nutricional das rações experimentais para leitões na fase de crescimento.....	20
Tabela 3 – Coeficiente de digestibilidade da matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo, matéria mineral, fibra em detergente neutro (FDN), Fibra em detergente ácido (FDA) e energia bruta das rações experimentais.....	23
Tabela 4 – Nutrientes digestíveis, energia digestível, energia metabolizável, energia digestível na matéria natural e energia metabolizável na matéria natural das rações experimentais.....	25

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AGCC	Ácidos graxos de cadeia curta
EB	Energia bruta
ED	Energia digestível
EDMN	Energia digestível na matéria natural
EM	Energia metabolizável
EMMN	Energia metabolizável na matéria natural
EE	Extrato etéreo
FDA	Fibra em detergente ácido
FDN	Fibra em detergente neutro
GLM	General Linear Models
Kg	Quilograma
MM	Matéria mineral
MS	Matéria seca
PB	Proteína bruta
SAS	Statistical Analysis System

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	18
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	21
2.1 Local do experimento	21
2.2 Animais e delineamento experimental	21
2.3 Análises laboratoriais	23
2.4 Análise estatística.....	24
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
4 CONCLUSÃO.....	29
REFERÊNCIAS	30

1 INTRODUÇÃO

O conceito de fibra dietética foi inicialmente fundamentado por Hipsley em 1953, como os constituintes não digeridos das dietas (BACH, 2001). De acordo com Mira *et al.* (2009), a fibra alimentar é composta pela fração das plantas ou carboidratos análogos que possuem resistência quanto à digestão e absorção no intestino delgado, sendo fermentada de maneira completa ou parcial no intestino grosso, abrangendo polissacarídeos, lignina, oligossacarídeos e substâncias associadas de plantas. Nutricionalmente, a fibra corresponde a fração do alimento não digerida por enzimas secretadas pelo trato digestório (PASCOAL e WATANABE, 2014), podendo ainda, serem classificadas como solúveis e insolúveis (CUMMINGS e STEPHEN, 2007).

O suíno é considerado um animal não ruminante de ceco não funcional (CLOSE, 1993) e, dessa maneira, o processo de digestão dos componentes dietéticos da fibra ocorre de forma irrisória no intestino delgado (JÚNIOR *et al.*, 2005), podendo ainda, serem fermentados pela microbiota presente no intestino grosso, resultando na produção de ácidos graxos de cadeia curta (KNUDSEN, 2001).

Apesar do consumo de fibra pelos suínos reduzir a digestibilidade dos nutrientes e favorecer a diluição da energia (JHA *et al.*, 2010), é notório o aumento no interesse de empregar fibras na alimentação desses animais, objetivando seus efeitos sobre a melhoria no bem-estar, no meio ambiente e na saúde intestinal desses animais (JHA e BERROCOSO, 2015).

Contudo, a inclusão de fibra na alimentação desses animais, deve estar associada ao conhecimento das frações fibrosas que compõe as dietas, pois as características físico-químicas das frações solúveis e insolúveis possuem efeitos diversos no trato digestório (OELKE *et al.*, 2020).

A fibra insolúvel é composta pela celulose, lignina e algumas hemiceluloses (TAVERNARI *et al.*, 2008), podendo ser lentamente ou parcialmente fermentada (PUUPPONEN-PIMIÄ *et al.*, 2002) e, apesar de absorver água na passagem pelo sistema digestivo (SILVA *et al.*, 2014), a forte interação entre os seus constituintes está associada a uma baixa dissolução destes em água (MARUJO, 2016).

A maior capacidade de retenção de água das fibras insolúveis (MONTAGNE *et al.*, 2003) eleva o volume fecal (MAHAN *et al.*, 2012), alterando a motilidade gastrointestinal que reduz o tempo de trânsito da digesta (CARNEIRO *et al.*, 2008), podendo diminuir o aproveitamento dos nutrientes (MONTAGNE *et al.*, 2003).

Somado a isso, o contato mecânico também pode influenciar negativamente a absorção de nutrientes, pois ocasiona irritações na mucosa intestinal, que por sua vez reduz o tamanho das vilosidades, diminuindo então, a área de absorção de nutrientes (JIN *et al.*, 1994). Contudo, de acordo com Varel e Yen (1997), as fibras insolúveis também podem elevar a produção das secreções gástricas, biliares, pancreáticas de muco e água.

Nesse sentido, objetivando promover o bem estar animal, favorecer a microbiota benéfica, melhorar da digestibilidade e absorção dos nutrientes e aumentar as secreções digestivas, é notório o maior interesse nos estudos para adicionar fontes de fibras insolúveis, como as fibras purificadas à base de lignocelulose parcialmente fermentável para suínos (OELKE *et al.*, 2020).

O consumo de fibra, em função da sua capacidade de inchamento, pode aumentar a mastigação e a produção de saliva (HOWARTH *et al.*, 2001), prolongando à saciedade pós-prandial por meio do sistema nervoso central (ODAKURA, 2022), reduzindo então, a ocorrência de comportamentos estereotipados e brigas (MARTINS, 2020; ODAKURA, 2022). Logo, torna-se uma ferramenta eficiente na promoção do bem-estar dos animais em fase de terminação e os destinados a reprodução, visto que são submetidos a fatores estressantes como a restrição alimentar (QUESNEL *et al.*, 2009)

As altas taxas de lotação nos confinamentos da suinocultura acarreta na produção de uma elevada quantidade de dejetos e, se não forem manejados corretamente, irão poluir o meio ambiente (CORREA *et al.*, 2008). Nesse sentido, diversas ações são adotadas para mitigação dos impactos ambientais causados pela atividade. O consumo de uma maior quantidade de fibras pode reduzir a excreção do nitrogênio (N) urinário e aumentar o N excretado pelas fezes (PATRÁŠ *et al.*, 2012), tornando-se uma estratégia nutricional efetiva para redução dos danos ao ambiente. O N fecal possui origem microbiana, sendo então, mais facilmente degradado (MROZ *et al.*, 2000). O N urinário, por sua vez, possui alta velocidade de volatilização, culminando na contaminação do ar, aumentando assim, os riscos à saúde humana e animal (AARNINK e VERSTEGEN, 2007).

Em relação a saúde intestinal, a fibra dietética, por sua interação conjunta com a microbiota e a mucosa, resulta em efeitos na anatomia, função e desenvolvimento do trato gastrointestinal (MONTAGNE *et al.*, 2003). Chen (2015) afirmou que um maior teor de fibra na dieta altera positivamente a diversidade da microbiota intestinal,

elevando o crescimento das bactérias benéficas, especificamente os *Lactobacillus* e *Bifidobacterium*.

Além disso os AGCC produzidos após a fermentação da fibra dietética promovem diversos efeitos benéficos, como a redução do pH intestinal, que por sua vez, diminui o crescimento de bactérias patogênicas (MOLIST *et al.*, 2014), favorecendo o equilíbrio da microbiota intestinal, contribuindo de 5% a 30% da exigência de energia de manutenção (RÉRAT *et al.*, 1987), aumentando a produção de muco protetor pelo aumento nas taxas de proliferação celular do epitélio intestinal (BRUNSGAARD, 1988), melhorando assim, a capacidade digestiva e de absorção do intestino delgado (CLAUS *et al.*, 2007).

Assim, considerando que os efeitos da utilização da fibra na alimentação dos suínos não estão relacionados apenas à presença, mas, também ao teor e tipo de fibra utilizado (RODRIGUES, 2015), o fornecimento equilibrado entre compostos fermentáveis e não fermentáveis via fonte purificada à base de lignocelulose pode ser uma forma de potencializar os efeitos funcionais, pela maior gestão da fisiologia digestiva. Logo, é necessário, com a maior utilização de fontes de fibras purificadas, sua caracterização e elucidação dos efeitos funcionais (MARUJO, 2016).

Diante do exposto, objetivou-se determinar os coeficientes de digestibilidade da matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), energia bruta (EB), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), assim como, os nutrientes digestíveis da MM, PB, EE, EB, FDN, FDA, energia digestível (ED), energia metabolizável (EM), energia digestível na matéria natural (EDMN) e energia metabolizável na matéria natural (EDMN) de dietas contendo diferentes níveis de inclusão de fibra purificada para suínos em fase de crescimento.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local do experimento

O experimento consistiu de um ensaio de metabolismo que foi executado no galpão experimental do setor de suinocultura pertencente ao Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, localizada em Fortaleza- CE.

2.2 Animais e delineamento experimental

Um total de 20 leitões machos castrados da linhagem comercial Topigs® Norsvin, com 70 dias de idades, foram pesados e distribuídos em um delineamento em blocos ao acaso, em quatro tratamentos, com cinco repetições cada. Os animais foram alojados em gaiolas para ensaios metabólicos em um galpão de alvenaria.

Os tratamentos consistiram-se em:

- Dieta OPT0%, sem inclusão de fibra purificada;
- Dieta OPT1%, contendo 1% de fibra purificada;
- Dieta OPT2%, contendo 2% de fibra purificada;
- Dieta OPT3%, contendo 3% de fibra purificada.

A fonte de fibra purificada utilizada é constituída de lignocelulose (OptiCell® Agromed Áustria), oriunda de madeira fresca selecionada, tratada e sanitizada, livre de micotoxinas, 100% insolúvel e parcialmente fermentável.

Os valores de garantia da fibra purificada encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1 – Níveis de garantia da fibra purificada.

Composição	%
Fibra alimentar total	85
Fibra bruta (mín)	65
Fibra em detergente ácido (mín)	70
Umidade (máx)	10

As dietas (Tabela 2) foram formuladas de acordo com os valores da composição química dos alimentos e as exigências nutricionais dos suínos machos castrados com 70 dias de idade (ROSTAGNO *et al.*, 2017).

Tabela 2 – Composição percentual e nutricional das rações experimentais para leitões na fase de crescimento.

Ingredientes	Dietas Experimentais			
	OPT0	OPT1	OPT2	OPT3
Milho grão	74,19	72,08	70,00	68,11
Farelo de soja	22,54	22,96	23,35	23,54
Óleo de soja	0,160	0,857	1,55	2,24
Fosfato bicálcico	1,089	1,093	1,100	1,104
Calcário calcítico	0,763	0,760	0,756	0,753
Suplemento mineral e vitamínico ¹	0,500	0,500	0,500	0,500
Sal comum	0,387	0,389	0,390	0,391
L-lisina	0,266	0,257	0,250	0,249
L-treonina	0,064	0,063	0,063	0,065
DL-metionina	0,037	0,039	0,042	0,046
L-triptofano	0,002	0,001	-	-
OptiCell	-	1,00	2,00	3,00
Total	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição nutricional e energética				
Energia metabolizável (kcal/kg)	3229,99	3230,00	3229,99	3230,30
Proteína bruta (%)	16,90	16,90	16,90	16,82
Fibra bruta (%)	2,65	3,28	3,91	4,53
Fósforo disponível (%)	0,311	0,311	0,311	0,311
Calcio (%)	0,631	0,631	0,631	0,631
Sódio (%)	0,180	0,180	0,180	0,18
Lisina digestível (%)	0,927	0,927	0,927	0,927
Metionina + cisteína digestível (%)	0,547	0,547	0,547	0,547
Treonina digestível (%)	0,603	0,603	0,603	0,603
Triptofano digestível (%)	0,167	0,167	0,167	0,167

¹ Suplemento mineral-vitamínico (Nuvisuper suínos inicial) – quantidade por kg do produto: 1.200.000 UI de vitamina A, 220.000 UI de vitamina D3, 6.000 UI de vitamina E, 208 mg de vitamina K3, 150 mg

de vitamina B1, 800 mg de vitamina B2, 400 mg de vitamina B6, 6.000 mcg de vitamina B12, 3.600 mg de niacina, 2.200 mg de pantotenato de cálcio, 200 mg de ácido fólico, 30 mg de biotina, 8.100 mg de ferro, 1.600 mg de cobre, 5.100 mg de manganês, 20 g de zinco, 99,2 mg de iodo, 115 mg de selênio, 400 mg de flavomicina e 285 mg de BHT.

O período experimental foi de 12 dias, sendo 6 dias destinados a adaptação às gaiolas e à dieta e 6 dias referentes ao período de coleta. Foi feito a adição de 1% de óxido férrico às rações para determinar o início e final do período de coletas.

O consumo diário no período de coleta foi estabelecido de acordo com o peso metabólico ($\text{kg}^{0,75}$), seguindo as recomendações de Sakomura e Rostagno (2016). A ração foi umedecida, na proporção de 1:1(kg/kg), para reduzir a pulverulência, facilitar a ingestão e evitar as sobras.

No decorrer do período de coletas, foi utilizado o método de coleta total de fezes. As fezes eram coletadas e pesadas duas vezes ao dia (às 08h e às 16h). O volume total excretado por cada animal foi acondicionado em saco plástico, identificados e armazenados em freezer - 10°C.

Durante o período de coletas, foi feito diariamente, às 08h a colheita total da urina em baldes plásticos contendo 20 ml de solução de HCl (2N), para evitar a proliferação de bactérias e as perdas de nitrogênio. O volume diário excretado foi homogeneizado e mensurado, sendo coletado uma alíquota de 20% e armazenada em geladeira a 3°C.

2.3 Análises laboratoriais

Após o período de coleta, as fezes foram descongeladas e homogeneizadas. Em seguida, uma amostra foi retirada e colocada em estufa de ventilação forçada a 55°C durante 72 horas para realização da pré-secagem. Logo depois, as fezes foram processadas em moinho com peneira de 1mm e, as amostras de fezes e rações foram analisadas quanto aos teores de MS, MM, PB, EE, FDN, FDA e EB, de acordo com a metodologia descrita por AOAC (2005).

As amostras de urina foram homogeneizadas e submetidas a secagem em estufa de 55°C para em seguida, ser determinada a energia bruta em bomba calorimétrica do modelo IKA C200®.

A partir das análises, foram obtidos os coeficientes de digestibilidade, os valores dos nutrientes digestíveis, ED, EM, EDMN e EMMN.

2.4 Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo procedimento GLM (General Linear Models) do programa estatístico SAS (University Edition), e as médias foram comparadas pelo teste Student Newman-Keuls a 5% de probabilidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se diferença significativa ($P < 0,05$) da inclusão de fibra purificada sobre os coeficientes de digestibilidade do extrato etéreo e da fibra em detergente neutro (Tabela 3). Não houve efeito ($P > 0,05$) do uso de fibra purificada na dieta sobre os coeficientes de digestibilidade dos outros nutrientes e da energia bruta das dietas.

Tabela 3 – Coeficiente de digestibilidade da matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo, matéria mineral, fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e energia bruta das rações experimentais.

Coeficiente de digestibilidade	Dieta OPT0%	Dieta OPT1%	Dieta OPT2%	Dieta OPT3%	Coeficiente de variação (%)	Valor de P
Matéria seca	82,47	83,53	82,37	81,44	2,81	0,6200
Proteína bruta	78,26	80,35	78,97	78,84	5,58	0,9036
Extrato etéreo	43,43c	54,08b	61,50a	66,18a	7,58	<0,0001
Matéria mineral	62,23	62,30	64,52	63,15	7,49	0,8641
FDN ¹	79,31a	75,43b	75,30 b	71,27c	2,59	0,0005
FDA ²	72,58	72,91	69,54	66,96	4,80	0,0704
Energia bruta	80,74	82,49	82,43	80,52	3,38	0,5931

¹ Fibra em detergente neutro; ² Fibra em detergente ácido

Médias seguidas de letras diferentes diferem entre si pelo teste Student Newman-Keuls a 5% de probabilidade.

As dietas com inclusão de 2% e 3% de fibra purificada apresentaram maior coeficiente de digestibilidade do extrato etéreo, diferindo da dieta com inclusão de 1% de fibra purificada, sendo o menor valor para a dieta sem inclusão da fibra purificada.

Os resultados diferem dos observados por Slama *et al.* (2020), que ao avaliar a inclusão de dois níveis de lignocelulose para suínos, relataram que a inclusão de diferentes níveis de fibra insolúvel não resultou em diferenças no coeficiente de digestibilidade do extrato etéreo em relação a dieta controle.

Segundo o autor, o resultado observado pode ser atribuído a forma física das lignoceluloses, sendo caracterizadas por partículas ultrafinas que se ligam mais fortemente aos ácidos biliares (HUANG *et al.*, 2018).

No presente estudo, os maiores valores observados para o coeficiente de digestibilidade do extrato etéreo nas dietas com 2 e 3% de fibra purificada pode ser atribuído a maior inclusão de óleo de soja para manter as dietas isoenergéticas.

A dieta sem inclusão de fibra purificada apresentou maior coeficiente de digestibilidade da fibra em detergente neutro, seguida das dietas com 1 e 2% de inclusão de fibra purificada que não diferiram entre si, sendo o menor valor para a dieta com inclusão de 3% de fibra purificada.

Os resultados encontrados diferem dos observados por Slama *et al.* (2020), que ao avaliar a inclusão de dois níveis de lignocelulose para suínos, não observaram diferenças no coeficiente de digestibilidade da fibra em detergente neutro em comparação a dieta controle.

Os resultados do presente estudo estão de acordo com os relatados por Kunrath *et al.* (2010), que ao elevarem o teor de fibras nas dietas para suínos em fase de crescimento e terminação pela inclusão do farelo de arroz desengordurado, observaram redução no coeficiente de digestibilidade da FDN.

Sabe-se que a adição de crescentes teores de fibras nas dietas dos suínos pode acarretar em alguns efeitos adversos, dentre eles, a redução da digestão e absorção dos nutrientes, pois a fibra atua como barreira física, reduzindo o contato das enzimas digestivas com o alimento (WENK, 2001). Somado a isso, a digestibilidade dos nutrientes também é afetada pelo aumento dos movimentos peristálticos que diminui o tempo de exposição da digesta as enzimas digestivas (JØRGENSEN *et al.*, 1996).

Nesse sentido, a inclusão de uma fonte com elevado teor de fibra insolúvel pode ter contribuído com o menor aproveitamento das frações hemicelulósicas, resultando nos menores valores para o coeficiente de digestibilidade da FDN.

Observou-se diferença significativa ($P < 0,05$) da inclusão de fibra purificada sobre os valores da proteína bruta digestível e extrato etéreo digestível (Tabela 4). Não houve efeito ($P > 0,05$) da adição dos diferentes níveis de fibra purificada sobre a matéria mineral digestível, fibra em detergente neutro digestível e fibra em detergente ácido digestível. Também não foi observado efeito ($P > 0,05$) das dietas contendo diferentes níveis de fibra purificada sobre a energia digestível, energia metabolizável, energia digestível na matéria natural e energia metabolizável na matéria natural.

Tabela 4 – Nutrientes digestíveis, energia digestível, energia digestível na matéria natural, energia metabolizável e energia metabolizável na matéria natural das rações experimentais

Nutrientes digestíveis	Dieta OPT0%	Dieta OPT1%	Dieta OPT2%	Dieta OPT3%	Coefficiente de variação (%)	Valor de P
Proteína	15,92a	14,68b	13,58b	13,50b	5,75	0,0025
Extrato etéreo	1,45b	2,05ab	3,41a	3,13a	31,47	0,0084
Matéria mineral	3,29	3,24	3,57	3,22	7,46	0,1487
FDN ¹	21,86	19,10	25,25	18,85	25,45	0,2746
FDA ²	6,89	8,04	9,84	8,53	4,80	0,0704
Energia digestível	3616,49	3655,40	3756,36	3683,87	3,38	0,4070
Energia metabolizável	3405,90	3482,88	3577,13	3484,41	3,77	0,3195
EDMN ³	3233,19	3265,67	3351,08	3301,74	3,40	0,4478
EMMN ⁴	3104,92	3111,55	3191,18	3122,97	3,77	0,3594

¹ Fibra em detergente neutro; ² Fibra em detergente ácido; ³ Energia digestível na matéria natural; ⁴ Energia metabolizável na matéria natural.

Médias seguidas de letras diferentes diferem entre em si pelo teste Student Newmann-Keuls a 5% de probabilidade.

A dieta sem inclusão de fibra purificada apresentou maior valor digestível da proteína em relação as dietas com inclusão de fibra purificada, que independentemente do nível de inclusão não apresentaram diferença estatística entre si. A proteína digestível das dietas divergiu do resultado observado para o coeficiente de digestibilidade deste nutriente, que não foi influenciado pela adição de diferentes níveis de fibra purifica as dietas.

Os resultados encontrados diferem dos observados por Slama *et al.* (2020), que ao avaliar a inclusão de dois níveis de lignocelulose para suínos, não observou diferenças nos valores de proteína digestível em comparação a dieta controle.

O menor valor encontrado de proteína digestível nas dietas com inclusão de fibra purificada pode ter ocorrido em virtude da redução do contato das enzimas digestivas ao alimento que é ocasionada pela presença de celulose e lignina nas dietas (BUDINO e CASTRO JUNIOR, 2009). Estas, por sua vez, compõem a fração insolúvel da fibra dietética e, ao serem adicionadas às rações, elevam os movimentos peristálticos,

diminuindo o tempo de ação das enzimas digestivas sobre a digesta, reduzindo também, a digestibilidade desse nutriente (JØRGENSEN *et al.*, 1996).

Logo, o menor valor da proteína digestível, também pode ser dado em função da maior produção de muco pelas células intestinais como mecanismo de defesa à abrasão provocada pela presença de altos níveis de fibra na dieta (GOMES, 2007), resultando no aumento da excreção de nitrogênio endógeno dos animais, estando em concordância com os resultados observado por Schulze *et al.*, (1995).

As dietas com inclusão de 2% e 3% de fibra purificada apresentaram maior valor de extrato etéreo digestível, sendo superior à da dieta sem inclusão de fibra purificada, não diferindo da dieta com 1% de fibra purificada. O extrato etéreo digestível observado nas dietas com inclusão de fibra purificada corrobora com o resultado obtido no coeficiente de digestibilidade deste nutriente, por sua correlação entre coeficiente de digestibilidade e nutriente digestível (SAKOMURA e ROSTAGNO, 2007).

4 CONCLUSÃO

Os níveis crescentes de fibra purificada aumentam o coeficiente de digestibilidade e o valor digestível de extrato etéreo, mas diminui o coeficiente de digestibilidade da fibra em detergente neutro e o valor de proteína digestível, porém não afeta os coeficientes de digestibilidade da energia bruta, matéria seca, matéria mineral, fibra em detergente ácido, assim como, os valores digestíveis da matéria mineral, fibra em detergente ácido, não influenciando também, os valores de energia digestível, energia metabolizável, energia digestível na matéria natural e energia metabolizável na matéria natural até o nível de 3% de inclusão em dietas para suínos na fase de crescimento.

Diante dos resultados, recomenda-se a inclusão de 1% de fibra purificada (OptiCell® Agromed Áustria), em dietas para suínos em fases de crescimento.

REFERÊNCIAS

- AOAC INTERNATIONAL. Official methods of analysis of AOAC International. AOAC International, 2005.
- AARNINK, A. J. A.; VERSTEGEN, M. W. A. Nutrition, key factor to reduce environmental load from pig production. **Livestock Science**, v. 109, n. 1-3, p. 194-203, 2007.
- BACH K. K. E. The nutritional significance of “dietary fibre” analyses. **Animal Feed Science and Technology**, v. 90, n. 1-2, p. 3-20, 2001.
- BRUNSGAARD, G. Effects of cereal type and feed particle size on morphological characteristics, epithelial cell proliferation, and lectin binding patterns in the large intestine of pigs. **Journal of animal science**, v. 76, n. 11, p. 2787-2798, 1998.
- BUDIÑO, F. E. L.; DE CASTRO Jr, F. G. Energia digestível e digestibilidade aparente da proteína bruta e matéria seca do feno de plantas aquáticas para suínos em fase de crescimento. **Ciência Animal Brasileira**. v. 10, n. 3, p. 802-807, 2009.
- CARNEIRO, M. S. C.; LORDELLO, M. M.; CUNHA, L. F.; FREIRE, J. P. B. Effects of dietary fibre source and enzyme supplementation on faecal apparent digestibility, short chain fatty acid production and activity of bacterial enzymes in the gut of piglet. **Animal Feed Science and Technology**, v. 146, n. 1-2, p. 124-136, 2008.
- CHEN, H.; WANG, W.; DEGROOTE, J.; POSSEMIERS, S.; CHEN, D.; De SMET, S.; MICHIELS, J. Arabinoxylan in wheat is more responsible than cellulose for promoting intestinal barrier function in weaned male piglets. **The Journal of nutrition**, v. 145, n. 1, p. 51-58, 2015.
- CLAUS, R.; GÜNTNER, D.; LETZGUSS, H. Effects of feeding fat-coated butyrate on mucosal morphology and function in the small intestine of the pig. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v. 91, n. 7- 8, p. 312-318, 2007.
- CLOSE, W. H. Dietas fibrosas para suínos. **Publicação Ocasional da BSAP**, v. 16, p. 107-117, 1993.
- CORREA, E. K., CORREA, L. B., COREZZOLA, J. L., BIANCHI, I. O impacto ambiental da suinocultura na ótica de produtores do oeste catarinense. **Current Agricultural Science and Technology**, v. 14, n. 1, p.177-182, 2008.
- CUMMINGS, J. H.; STEPHEN, A. M. Carbohydrate terminology and classification. **European journal of clinical nutrition**, v. 61, n. 1, p. S5-S18, 2007.
- FALCÃO, Valéria, Marinho, Leite. **Avaliação nutricional e energética de dietas com baixa e alta fibra para suínos de diferentes grupos genéticos**. 2020. 21 f. (Graduação em ciências agrárias) – Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias, Universidade Federal da Paraíba.
- GOMES, J. D. F.; FUKUSHIMA, R. S.; GOMIDE, C. A.; DO AMARAL SOBRAL, P. J., DE LIMA, C. G., PUTRINO, S. M. Efeitos do incremento de fibra dietética sobre

digestibilidade, desempenho e características de carcaça: II. fêmeas suínas em pré-
puberdade e puberdade. **Semina: Ciências Agrárias**. v. 28. n. 4. p. 727-737, 2007.

HOWARTH, N.C.; SALTZMAN, E.; ROBERTS, S.B. Dietary fiber and weight
regulation. **Nutrition Reviews**, v.59, n.5, p.129-139, 2001.

HUANG, K; DU, B.; XU, B. Alterations in physicochemical properties and bile acid
binding capacities of dietary fibers upon ultrafine grinding. **Powder Technology**, v.
326, p. 146-150, 2018.

JHA, R.; BERROCOSO, J. D. Utilização de fibra alimentar e seus efeitos sobre as
funções fisiológicas e a saúde intestinal de suínos. **Animal**, v. 9, n. 9, p. 1441-1452,
2015.

JHA, R.; ROSSNAGEL, B.; PIEPER, R.; VAN KESSEL, A.; LETERME, P. Barley and
oat cultivars with diverse carbohydrate composition alter ileal and total tract nutrient
digestibility and fermentation metabolites in weaned piglets. **Animal**, v. 4, n. 5, p. 724-
731, 2010.

JIN, L.; REYNOLDS, L. P.; REDMER, D. A.; CATON, J. S.; CRENSHAW, J. D. Effect
of dietary fiber on intestinal growth, cell proliferation, and morphology in growing pigs.
Journal of Animal Science, v. 72, n. 9, p. 2270-2278, 1994.

JØRGENSEN, H.; ZHAO, X. Q.; KNUDSEN, K. E. B.; EGGUM, B. O. The influence
of dietary fibre source and level on the development of the gastrointestinal tract,
digestibility and energy metabolism in broiler chickens. **British Journal of Nutrition**,
v. 75, n. 3, p. 379-395, 1996.

JÚNIOR, F. G. C; CAMARGO, J. C. M.; DE CASTRO, A.M.N. G; BUDIÑO, F. E. L.
Fibra na alimentação de suínos. **Boletim de Indústria Animal**, v. 62, n. 3, p. 265-280,
2005.

KNUDSEN, K. B. The nutritional significance of “dietary fibre” analysis. **Animal feed
science and technology**, v. 90, n. 1-2, p. 3-20, 2001.

KUNRATH, M. A., KESSLER, A. D. M., RIBEIRO, A. M. L., VIEIRA, M. D. M.,
SILVA, G. L. D., PEIXOTO, F. D. Á. Metodologias de avaliação do valor nutricional do
farelo de arroz desengordurado para suínos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45,
p. 1172-1179, 2010.

MAHAN, L. K.; ESCOTT-STUMP, S.; RAYMOND, J. L. Krause: Alimentos, nutrição
e dietoterapia. 13th. **Philadelphia, PA, USA: Saunders Elsevier**, p. 562-587, 2012.

MARTINS, Catarina. Guerreiro. **Indicadores de bem-estar animal em suínos na fase
de crescimento e engorda**. 2020. 101 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia
Zootécnica) – Escola de ciências e tecnologia, Universidade de Évora, Évora mar2020.

MARUJO, Manuela Vantini. **Tipos de fibras e redução do nível proteico em dietas
para leitões recém-desmamados**. 2016. 91 f. Tese, (Doutorado em Zootecnia) -
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade estadual Paulista,
Jaboticabal, 2016.

MIRA, G. S.; GRAF, H.; CÂNDIDO, L. M. B. Visão retrospectiva em fibras alimentares com ênfase em beta-glucanas no tratamento do diabetes. **Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences**, v. 45, p. 11-20, 2009.

MOLIST, F., OSTRUM, M. V., PÉREZ, J. F., MATEOS, G. G., NYACHOTI, C. M., AAR, V.D.P. J. Relevance of functional properties of dietary fibre in diets for weanling pigs. **Animal Feed Science and Technology**, v. 189, p. 1-10, 2014.

MONTAGNE, L.; PLUSKE, J. R.; HAMPSON, D. J. A review of interactions between dietary fibre and the intestinal mucosa, and their consequences on digestive health in young non-ruminant animals. **Animal Feed Science and Technology**, v. 108, n. 1-4, p. 95- 117, 2003.

MROZ, Z.; MOESER, A. J.; VREMAN, K.; VAN DIEPEN, J. T. M.; VAN KEMPEN, T.; CANH, T. T.; JONGBLOED, A. W. Effects of dietary carbohydrates and buffering capacity on nutrient digestibility and manure characteristics in finishing pigs. **Journal of Animal Science**, v. 78, n. 12, p. 3096-3106, 2000.

ODAKURA, A. M. **Fibra eubiótica parcialmente fermentável na dieta de matrizes suínas**. 2022. 89 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, MS, 2022.

OELKE, C. A.; FRAGA, B. N.; ROSSI, P. **Fibra dietética: um novo enfoque na nutrição de suínos**, v. 1, n. 10, p. 134-147, 2020.

PASCOAL, L. A. F.; WATANABE, P. H. Fibra dietética na nutrição de suínos. In: SAKOMURA, N. K. et al. (Coord.). **Nutrição de não ruminantes**. Jaboticabal: Funep, p. 358–374, 2014.

PATRÁŠ, P., NITRAYOYÁ, S., BRESTENSKÝ, M., HEGER, J. Effect of dietary fiber and crude protein content in feed on nitrogen retention in pigs. **Journal of animal science**, v. 90, n.1, p. 158-160, 2012.

PUUPPONEN-PIMIÄ, R. A. M. A., AURA, A. M., OKSMAN-CALDENTY, K. M., MYLLÄRINEN, P., SAARELA, M., MATTILA-SANDHOLM, T., & POUTANEN, K. Development of functional ingredients for gut health. **Trends in Food Science & Technology**, v. 13, n. 1, p. 3-11, 2002.

QUESNEL, H.; SALAUN, M. C. M.; HAMARD, A.; GUILLEMET, R.; ETIENNE, M.; FARMER, C.; DOURMAD, J.Y.; PERE, M.C. Dietary fiber for pregnant sows: influence on sow physiology and performance during lactation. **Journal of Animal Science**, v.87, p.532-543, 2009.

RÉRAT, A.; FISZLEWICZ, M.; GIUSI, A.; VAUGELADE, P. Influence of meal frequency on post-prandial variations in the production and absorption of volatile fatty acids in the digestive tract of conscious pigs. **Journal of Animal Science**, v.64, n.2, p.448-456, 1987.

ROCHNER, W.; KERLER, A.; ZACHARIAS, B. Pectin in pig nutrition, a comparative review. **Journal of animal physiology and animal nutrition**, v. 88, n. 11- 12, p. 367-380, 2004.

RODRIGUES, Daniela Junqueira. **Níveis e tipos de fibra dietética para suínos pesados em restrição alimentar qualitativa**. 2015. 122 p. Tese, (Doutorado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade estadual Paulista, Jaboticabal, 2015.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; MELISSA, I. H.; DONZELE, J. L.; SAKAMURA, N. K.; PERAZZO, F. G.; SARAIVA, A.; TEIXEIRA, S. M.; PAULO, B. R.; OLIVEIRA, R. F.; BARRETO, S. L. T.; BRITO, C.O. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**, 4. ed. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 406 p, 2017.

SAKOMURA, N. K.; ROSTAGNO, H. S. **Métodos de Pesquisa em Nutrição de Monogástricos**, Jaboticabal: FUNEP, 283p, 2007.

SCHULZE, H.; LEEUWEN, P.; VERSTEGEN, M. W. A. Effect of level of dietary neutral detergent fiber on ileal apparent digestibility and ileal nitrogen losses in pigs. **Journal of Animal Science**, v. 72 p. 2362-2368, 1995.

SILVA, J. H. V.; PASCOAL, L. F.; LIMA, R. B.; LACERDA, P. B.; ARAÚJO, G. M. Digestão e absorção de carboidratos. In: SAKOMURA, N. K. et al. (Coord.). **Nutrição de não ruminantes**. Jaboticabal: Funep, p. 47–61, 2014.

SLAMA, J.; SCHEDULE, K.; WETSCHEREK, W.; PEKAR, D.; SCHWARZ, C.; GIERUS, M. Effects of soybean hulls and lignocellulose on performance, nutrient digestibility, microbial metabolites and immune response in piglets. **Archives of animal nutrition**, v. 74, n. (3), p. 173-188, 2020.

TAVERNARI, F. C.; CARVALHO, T. A.; ASSIS, A. P.; LINA, L. J. D. Polissacarídeo não-amiláceo solúvel na dieta de suínos e aves. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 5, n. 5, p. 673-689, 2008.

VAREL, V. H.; YEN, J. T. Microbial perspective on fiber utilization by swine. **Journal of Animal Science**, v. 75, p. 2715-2722, 1997.

WENK, C. The role of dietary fibre in the digestive physiology of the pig. **Animal Feed Science and Technology**, v. 90, n. 1-2, p. 21-33, 2001.

ZIJLSTRA, N.; DE WIJK, R.A.; MARS, M.; STAFLEU, A.; DE, G.C.E. Effect of 44 bite size and oral processing time of a semisolid food on satiation. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v.90, n.2, p.269-275, 2009.