

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CAMPUS MARECHAL CÂNDIDO RONDON
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

JULIANA STOCCO MARTINS

**FARELO DE SEMENTE DE GOIABA NA ALIMENTAÇÃO DE SUÍNOS NA FASE
INICIAL**

Marechal Cândido Rondon, 2019

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CAMPUS MARECHAL CÂNDIDO RONDON
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

JULIANA STOCCO MARTINS

**FARELO DE SEMENTE DE GOIABA NA ALIMENTAÇÃO DE SUÍNOS NA FASE
INICIAL**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em “Produção e Nutrição Animal, para a obtenção do título de “Mestre em Zootecnia”.

Orientador: Prof. Dr. Luís Daniel Giusti Bruno
Coorientador: Prof. Dr. Paulo Levi de Oliveira Carvalho

Marechal Cândido Rondon, 2019

Ficha de identificação da obra elaborada através do Formulário de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da Unioeste.

Martins, Juliana Stocco Martins

Farelo de semente de goiaba na alimentação de suínos na fase inicial / Juliana Stocco Martins Martins; orientador(a), Luís Daniel Giusti Bruno Bruno; coorientador(a), Paulo Levi de Oliveira Carvalho Carvalho, 2019.

54 f.

Dissertação (mestrado), Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus Marechal Cândido Rondon, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, 2019.

1. Suinocultura. 2. Nutrição. 3. Alimentação alternativa. 4. Semente de goiaba. I. Bruno, Luís Daniel Giusti Bruno. II. Carvalho, Paulo Levi de Oliveira Carvalho. III. Título.

JULIANA STOCCO MARTINS

Farelo de semente de goiaba na alimentação de suínos na fase inicial

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia em cumprimento parcial aos requisitos para obtenção do título de “Mestra em Zootecnia”, Área de Concentração “Produção e Nutrição Animal”, Linha de Pesquisa “Produção e Nutrição de Não-Ruminantes”, APROVADA pela seguinte Banca Examinadora:



Orientador – Prof. Dr. Luís Daniel Giusti Bruno

Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste) – *Campus* de Mal. Cândido Rondon



Membro – Prof. Dr. Newton Tavares Escocard de Oliveira

Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste) – *Campus* de Mal. Cândido Rondon



Membro – Prof. Dr. Paulo Cesar Pozza

Universidade Estadual de Maringá (UEM)

Marechal Cândido Rondon, 26 de fevereiro de 2019.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me abençoar e ter me permitido seguir em frente sem desanimar.

Aos meus pais, Marco e Ronise, por todo amor recebido e orações e minha família pela força de sempre. Palavras não são suficientes para expressar minha gratidão!

Ao meu irmão Alexandre, por acompanhar comigo essa trajetória.

Ao meu namorado Fábio, por todo companheirismo, paciência e amor nessa longa caminhada.

Ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, pela oportunidade de concluir o mestrado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos.

Ao professor Dr. Luis Daniel Giusti Bruno, pela orientação durante o mestrado.

Ao professor Dr. Paulo Levi de Oliveira Carvalho, pela coorientação durante o mestrado.

Ao professor Dr. Newton Tavares Escocard de Oliveira, pela ajuda e contribuição que engrandeceram esse estudo.

Aos professores que repassaram seu conhecimento durante o período de formação.

Às empresas Fruteza, Nutra – Nutrição Animal e Copagril, pela parceria na realização do experimento.

Ao secretário do Programa de Pós-Graduação Paulo Henrique Morsh, pela dedicação em auxiliar os acadêmicos.

À equipe do grupo de pesquisa GEP's, pela dedicação e colaboração na realização do experimento, pelo auxílio, responsabilidade e amizade.

Aos amigos de profissão, por compartilhar aprendizado e ter me auxiliado na conclusão do mestrado, em especial: Jansller Luiz Gênova, Fábio Nicory Costa Souza, Heloíse Trautenmüller, Liliana Bury de Azevedo, Adriana Bulcão, Keila Abadia Barbosa e Carine Lima.

Aos meus amigos, que permaneceram ao meu lado, mesmo nos momentos mais difíceis.

E a todos aqueles, que de maneira direta ou indiretamente, contribuíram para a realização desta conquista. Muito obrigada!

BIOGRAFIA

JULIANA STOCCO MARTINS, filha de Marco Antonio Strumisky Martins e Ronise Stocco Martins, nasceu em Ponta Grossa - PR, em 8 de novembro de 1993.

No ano de 2004, ingressou no Colégio São Francisco, concluindo o Ensino Fundamental.

No ano de 2008, ingressou no Colégio Sant'ana, concluindo o Ensino Médio.

No ano de 2012, ingressou na Universidade Estadual de Ponta Grossa, para a obtenção do título de Zootecnista, concluindo em 2015.

Em março de 2017, iniciou no curso de Pós-Graduação em Zootecnia, Nível de Mestrado, pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE, Campus de Marechal Cândido Rondon - PR, na área de Produção e Nutrição de Não Ruminantes, para a obtenção do título de Mestre em Zootecnia, submetendo-se aos exames finais de defesa de dissertação em março de 2018.

FARELO DE SEMENTE DE GOIABA NA ALIMENTAÇÃO DE SUÍNOS NA FASE INICIAL

RESUMO: O objetivo do estudo foi avaliar o valor nutritivo do farelo de semente de goiaba (FSG) para leitões na fase inicial e os efeitos da inclusão dos níveis crescentes na ração sobre o desempenho zootécnico, parâmetros plasmáticos e ocorrência de diarreia. O experimento I, foi conduzido um ensaio de digestibilidade com 16 leitões machos não castrados, híbridos de linhagem comercial, com peso corporal inicial médio de $14,64 \pm 0,60$ kg, distribuídos em um delineamento experimental de blocos ao acaso, sendo dois tratamentos, 8 repetições e um animal por unidade experimental. Os tratamentos consistiram de uma ração referência (RR) e uma ração teste com 20% de substituição da RR pelo FSG. Além disso, foi determinado a digestibilidade de nutrientes do FSG através do método de coleta total de fezes e urina. No Experimento II, foi conduzido um ensaio de desempenho com 128 leitões híbridos de linhagem comercial, machos não castrados, com peso corporal inicial médio de $14,47 \pm 2,09$ kg e final de $24,03 \pm 2,92$ kg, distribuídos em delineamento de blocos ao acaso, com quatro tratamentos repetidos quatro vezes em dois blocos e quatro animais por unidade experimental. Os tratamentos consistiram em quatro níveis crescentes de inclusão de FSG na ração (0, 5, 10, e 15%). Para determinar o melhor nível de inclusão do FSG na ração para leitões em fase inicial, foi avaliado o peso final (PF), o consumo diário de ração (CDR), o ganho diário de peso (GPD), a conversão alimentar (CA), as concentrações de ureia (UR) e glicose plasmática (GLI), o escore médio de diarreia (EMD) e a incidência de diarreia (IMD). Os resultados evidenciaram coeficientes de digestibilidade de 85,84% e 81,98% para MS e MO, 83,42 e 87,12% para PB e EB, 66,01% e 43,04% para FDN e FDA, respectivamente. Os valores de nutrientes digestíveis obtidos foram de 77,18%, 76,79%, 8,40%, 48,12% e 24,15% de MS, MO, PB, FDN e FDA respectivamente, apresentando 3.275 kcal/kg de energia digestível e 3.210 kcal/kg de energia metabolizável aparente. No experimento II, houve diferença ($P < 0,05$) para CDR, CA e UR, entretanto não houve efeito ($P > 0,05$) de peso corporal inicial médio sobre PF, GPD e GLI. Para ocorrência de diarreia houve efeito ($P < 0,05$) dos tratamentos sobre escore EMD e a IMD, portanto os suínos alimentados com o FSG demonstraram melhor EMD e redução da IMD. Neste contexto, conclui-se que o FSG pode ser utilizado na alimentação de leitões durante a fase inicial até ao nível de 15% sem comprometer o desempenho zootécnico, parâmetros plasmáticos e ocorrência de diarreia em leitões na fase inicial.

Palavras-chave: desempenho, digestibilidade, subproduto, valor nutritivo.

GUAVA SEED IN THE SWINE FEEDING IN THE INITIAL PHASE

Abstract: The objective of the study was to evaluate the nutritive value of guava seed meal (GSM) for piglets in the initial phase and the effects of increasing levels inclusion on animal performance, plasma parameters and diarrhea occurrence. In the experiment I, a digestibility test was carried out with 16 male commercial piglets, with a mean initial body weight of 14.64 ± 0.60 kg, distributed in a randomized complete block design, with two treatments, 8 replicates and one animal per experimental unit. Treatments consisted of a reference ration (RR) and a test ration with 20% RR replacement by GSM. In addition, GSM nutrient digestibility was determined by the feces and urine total collection method. In Experiment II, a performance test was carried out with 64 hybrid commercial line bred male piglets with mean initial body weight of 14.47 ± 2.09 kg and final weight of 24.03 ± 2.92 kg, distributed in a design in randomized blocks, with four treatments, four replicates and four animals per experimental unit. Treatments consisted of four GSM increasing levels inclusion in diet (0, 5, 10, and 15%). To determine the best GSM inclusion level in piglets diet in the initial phase, the final body weight (FBW), daily feed intake (DFI), weight daily gain (DGW), feed conversion (FC), urea (UR) and plasma glucose (GLU) concentrations, mean diarrhea score (MDS) and diarrhea incidence (DI) were evaluated. The results showed digestibility coefficients of 85.84% and 81.98% for DM and OM, 83.42 and 87.12% for CP and CE, 66.01% and 43.04% for NDF and ADF, respectively. The digestible nutrients values were 77.18%, 76.79%, 8.40%, 48.12% and 24.15% of DM, OM, CP, NDF and ADF respectively, presenting $3.275 \text{ kcal.kg}^{-1}$ of digestible energy and $3.210 \text{ kcal.kg}^{-1}$ of apparent metabolizable energy. In the experiment II, there was a difference ($P < 0.05$) for DFI, FC and UR, however there was no effect ($P > 0.05$) of initial body weight on FBW, DGW and GLU. For diarrhea occurrence, there was an effect ($P < 0.05$) of treatments on MDS and DI scores, therefore GSM showed better MDS and DI reduction. In this context, it can be concluded that GSM can be used in the piglets feeding during the initial phase up to the level of 15% without compromising animal performance, parameters and diarrhea occurrence.

Key words: by-product, digestibility, nutritive value, performance.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1. Modelos de regressão de conversão alimentar, consumo diário de ração e ganho diário de peso de suínos em fase inicial em função dos níveis do farelo de semente de goiaba (%)37
- Figura 2. Modelos de regressão dos parâmetros plasmáticos de glicose e ureia plasmática de suínos em fase inicial em função dos níveis do farelo de semente de goiaba (%)40
- Figura 3. Modelos de regressão dos parâmetros de ocorrência e frequência de diarreia de suínos em fase inicial em função dos níveis do farelo da semente de goiaba (%)42

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1. Composição químico-bromatológica da goiaba (%)13
- Tabela 2. Composição percentual e calculada da ração referência utilizada no ensaio de digestibilidade em leitões na fase inicial22
- Tabela 3. Composição centesimal das rações contendo níveis crescentes de inclusão de farelo de semente de goiaba.....25
- Tabela 4. Composição química e energética do farelo de semente de goiaba na matéria natural.....30
- Tabela 5. Coeficientes de digestibilidade aparente (CDA), coeficiente de metabolização (CM) da energia bruta, valores digestíveis e nutrientes digestíveis do farelo de semente de goiaba, estudados na fase inicial de leitões.....32
- Tabela 6. Desempenho e parâmetros sanguíneos de leitões recebendo dietas com níveis crescentes de farelo de semente de goiaba (FSG).....36

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	10
2.	Revisão de literatura	11
2.1	Goiaba (<i>Psidium guajava</i> , L.)	11
2.2	Fibras Dietéticas: Aspectos Gerais	14
2.3	Efeitos da Fibra Dietética na Alimentação de Suínos	17
3.	MATERIAL E MÉTODOS	20
3.1	Digestibilidade do farelo de semente de goiaba para leitões na fase inicial	21
3.2	Desempenho, parâmetros plasmáticos e ocorrência de diarreia de leitões na fase inicial alimentados com níveis de inclusão de farelo de semente de goiaba	24
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
4.1	Digestibilidade do farelo de semente de goiaba para leitões na fase inicial	29
4.2	Desempenho, parâmetros plasmáticos e ocorrência de diarreia	34
5.	CONCLUSÃO	43
6.	REFERÊNCIAS	44

1. INTRODUÇÃO

A nutrição possui papel expressivo na suinocultura, com o objetivo de melhorar o aproveitamento dos alimentos, gerando menor excreção de nutrientes (MARCATO E LIMA, 2005). A alimentação é o componente de maior custo na produção animal, resultante das demandas dos mercados interno e externo, principalmente pelas variações de preços dos grãos do milho e do farelo de soja, uma vez que o custo final de produção é dependente dos preços (CHAMONE et al., 2011).

Ao se buscar a redução dos custos com alimentação dos leitões na fase inicial, verifica-se a necessidade da busca por ingredientes alimentares alternativos e o conhecimento dos valores nutricionais destes alimentos para que sejam capazes de serem empregados na produção animal, de forma que, contribuam para o funcionamento eficaz do trato gastrointestinal dos animais, favorecendo o bom desempenho animal (PASCOAL et al., 2012).

Os resíduos das indústrias de frutas têm sido apontados como possíveis substitutos dos ingredientes proteicos e energéticos na alimentação animal (FURLAN et al., 2001), além disso, podem reduzir os problemas de eliminação desses resíduos provenientes do processamento, sendo que em grande parte o descarte é realizado de maneira inapropriada, acarretando a contaminação ambiental. Por outro lado, tratando-se de animais não ruminantes, a utilização destes resíduos ainda não está bem esclarecida pela falta do conhecimento do valor nutritivo, composição e seus níveis adequados de utilização na produção animal (LOUSADA JÚNIOR et al., 2006).

Segundo Tardocchi et al. (2014) os resíduos agroindustriais podem ser compostos de cascas, sementes, sobras, descartes, bagaços, tortas, entre outros, decorrentes das etapas do processamento. Dentre essas etapas estão a escolha e seleção da matéria-prima desejada, o descarte das sobras dos produtos que não estão em condições de uso e inadequadas para comercialização, e a formação de resíduos durante a fabricação do produto final.

Diversos resíduos de frutas podem ser incorporados à ração, dentre elas, a goiaba (*Psidium guajava* L.) demonstra crescimento promissor pela sua alta rentabilidade e grande possibilidade de expansão no Brasil, fornecendo resíduos de fácil manipulação (NEIVA, 2002). Não existe uma conformidade na literatura sobre a composição química, constituição e porcentagem do fruto que não é comercializada, no entanto, Prasad e Azeemoddin (1994) relataram que os resíduos apresentam quantidade expressiva de nutrientes que são desperdiçados, assim como, quantidades consideráveis de matéria fibrosa e ácidos graxos insaturados.

De acordo com a Associação Brasileira dos Produtores de Goiaba (2003), cerca de 202 mil toneladas são processadas anualmente pela indústria brasileira, e após o despolpamento da fruta, aproximadamente 12 mil toneladas de resíduos são produzidas. De acordo com Silva et al. (2007), aproximadamente 30% do peso do fruto da goiaba torna-se resíduo, constituído principalmente por sementes.

A goiaba (*Psidium guajava* L.) é rica em material fibroso, de modo que os componentes da fibra dietética no intestino delgado são minimamente digeridos, proporcionando um substrato para a fermentação microbiana no intestino grosso. Os principais produtos finais desta fermentação são os ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) (BUDIÑO et al., 2015). Sendo assim, a utilização de alimentos fibrosos durante a fase inicial pode promover a modulação da microbiota intestinal, da mesma maneira que a fração fibrosa não é digerida enzimaticamente, tornando-a disponível para a fermentação microbiana (MOLIST et al., 2009). Posteriormente a fermentação microbiana, os componentes da fibra dietética tornam-se ácidos orgânicos, podendo promover diferenças na viscosidade da digesta intestinal, influenciando o desenvolvimento, tamanho dos órgãos digestivos e a morfologia intestinal (SERENA et al., 2008).

São escassas as informações sobre a utilização do resíduo da semente de goiaba na alimentação de suínos, permitindo avaliar o seu potencial, com o intuito de verificar o nível de inclusão adequado, assim como quantificar as respostas dos animais em termos produtivos. Diante do exposto, os objetivos desta pesquisa foram avaliar o valor nutritivo e os efeitos da inclusão do farelo de semente de goiaba (FSG) no desempenho, parâmetros plasmáticos e ocorrência de diarreia de leitões durante a fase inicial.

2. Revisão de literatura

2.1 Goiaba (*Psidium guajava*, L.)

A Goiaba (*Psidium guajava*, L.) pertence à família das Myrtaceae (Joseph e Priya, 2011) que compreende mais de 70 gêneros e aproximadamente 2.800 espécies (PEREIRA, 2010). É originária da região entre o sul do México e o norte da América do Sul, atualmente está difundida pelas regiões tropicais e subtropicais (GOMES FILHO et al., 2010; NASCIMENTO et al., 2010). O Brasil possui grande concentração de produção de goiaba nas regiões Sudeste e Nordeste, classificando-se como a terceira maior produção em nível mundial, ficando apenas atrás da China e Índia. Por conta das diversas formas de aproveitamento dos frutos, a cultura da

goiabeira possui grande importância no setor econômico, exportando cerca de 170 toneladas do fruto *in natura* no ano de 2014 (REETZ et al., 2015).

De acordo com Haida et al. (2011), a goiaba nutricionalmente é uma excelente fonte de minerais, vitamina C (responsável na formação de colágenos, fortalecimento dos ossos e dos vasos sanguíneos), vitamina A (manutenção das células e a recuperação dos tecidos, além de combater às infecções) e vitamina B (tiamina e niacina). Possui sabor e aroma característicos, que lhe conferem excelente qualidade organoléptica, além disso, elevado valor nutritivo de fibras (fibra alimentar de 51,08g/100g, 47,02g/100g de fibra insolúvel e 4,05g/100g de fibra solúvel), cálcio, ferro, fósforo, antioxidantes, ácido ascórbico e licopeno (ROIZEN E PUMA, 2001). O licopeno é presente em torno de 6 mg/100g de fruto, de todos os carotenoides encontrados, é o que se apresenta em níveis mais altos no sangue demonstrando atividade antioxidante excelente (ROZANE et al., 2003).

A goiaba é considerada fonte fibrosa, há evidências de que dietas ricas em fibras solúveis estão associadas com a redução do risco de vários problemas intestinais, pela presença de diversos compostos fenólicos e polifenólicos, ocasionam efeitos biológicos, como a ação anti-inflamatória, antimicrobiana, hipolipidêmica e a atividade antioxidante (WOJDYLO et al., 2007).

No processo de industrialização da goiaba, após o despolpamento, são gerados resíduos ou subprodutos constituídos por sementes, casca e polpa, que geralmente são descartados pela agroindústria. As principais etapas do processamento são: seleção, lavagem, sanificação, despolpamento, resfriamento e o processamento (PALHARINI E JACOMINO, 2011). Na primeira etapa é realizada a seleção dos frutos, que tem como objetivo retirar o material impróprio (frutos mal formados, frutos podres) que possam influenciar a qualidade do produto final, posteriormente é realizada a lavagem por meio de um banho de imersão para a remoção das impurezas, em seguida a sanificação é responsável pela desinfecção superficial da fruta por meio de imersão em solução clorada, posteriormente o despolpamento separa-se a parte comestível (polpa) da parte não comestível (casca e semente) da fruta, com isso o produto é resfriado e processado, e com o processamento da goiaba obtêm-se geleias, polpas, sucos entre outros produtos.

Aproximadamente 30% do peso desse fruto é resíduo, composto principalmente por sementes (NASCIMENTO et al., 2010). Com isso, busca-se alternativas para o aproveitamento desses resíduos, objetivando conhecer a composição para que possam ser adequadamente aproveitados na alimentação animal. Diversos autores avaliaram o resíduo do processamento

da goiaba (fruto inteiro, semente, cascas e polpas) para determinar sua composição química (Tabela 1).

Tabela 1. Composição químico-bromatológica da goiaba na matéria natural (%)

Itens ¹	Silva et al. (1999)	Silva et al. (1999)	Júnior et al. (2006)	Silva et al. (2009)	Tardocchi et al. (2014)
EB (kcal/kg)	5250	5285	-	4368	-
MS	91,9	93	86,33	91,96	90,9
MM	1,4	1,6	3,43	4,76	1,2
EE	9,8	11,3	6,01	12,01	3,4
PB	8,6	9,8	8,47	21,74	12,0
FB	-	-	-	43,66	-
FDN	77,1	74,2	73,45	51,53	-
FDA	58,7	56,9	54,65	42,22	-
HEM	18,4	17,3	18,80	9,32	-
CEL	34,3	33,2	37,20	-	-
LIG	6,6	7,7	18,50	-	-
PECT	-	-	15,63	-	-

¹EB= Energia bruta; MS= Matéria seca; MM= Matéria mineral; PB= Proteína bruta; FB= Fibra bruta; FDN= Fibra detergente neutro; FDA= Fibra detergente ácido; HEM= Hemicelulose; CEL= Celulose; LIG= Lignina; PECT= Pectina.

Outro aspecto importante é a quantidade de ácidos graxos presentes nas sementes de resíduos da goiaba. Os ácidos graxos são os principais constituintes dos triacilgliceróis, que se constituem como uma das principais formas de armazenamento de energia nos animais. Ao analisar o perfil de ácidos graxos de sementes de goiaba, provenientes de resíduos agroindustriais, Malacrida e Jorge (2013) verificaram a presença dos ácidos graxos, sendo que o ácido linoleico (78,4%) foi encontrado em maior concentração, seguido pelo ácido oleico (9,7%), palmítico (6,9%) e esteárico (4,6%), respectivamente.

Estudo realizado com suínos em crescimento avaliando o resíduo de goiaba, demonstrou altos valores de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina (LIG), acarretando em redução dos coeficientes de digestibilidade dos demais nutrientes. Os animais no ensaio de desempenho apresentaram maior utilização líquida de proteína (ULP) quando comparados aos que receberam as demais dietas (LIMA DE SÁ, 2018).

A utilização do farelo de semente e polpa de goiaba para suínos na fase inicial foram avaliados por Tardocchi et al. (2014), o valor de energia metabolizável e coeficiente de digestibilidade da energia bruta obtido no ensaio de metabolismo foi de 2540 Kcal/kg e 60,4%, em relação aos outros alimentos avaliados (farelo de biscoito e macarrão) demonstrou sua pior qualidade, provavelmente pelo alto valor de fibra bruta presente das sementes do fruto.

Para poedeiras comerciais um estudo de Silva et al. (2009) avaliando o resíduo de goiaba e tomate na ração, verificaram que a utilização do resíduo de goiaba pode ser feita até o nível de 8% na dieta, não observaram diferenças no consumo dietético com 0%, 2%, 4%, 6% e 8%, ao longo do período experimental nos períodos de 33 a 39 semanas, bem como não foram verificadas diferenças significativas para a porcentagem de postura durante o período experimental.

Segundo Packer et al. (2010) avaliando extrato aquoso de resíduo de goiaba (20, 40 e 60 mg/kg), aplicando o extrato diretamente na carne de coxa, demonstrando que a dose de 60 mg/kg foi efetiva para reduzir a oxidação lipídica. Noletto (2018), avaliando o extrato padronizado em compostos fenólicos de resíduos agroindustriais de goiaba (600, 800, 1.000, 1.300 e 1600mg/kg de ração) para frangos, verificaram que não é recomendado sua utilização para a fase final de produção. Não foram encontradas diferenças significativas para o desempenho, sendo obtidos efeitos negativos para a oxidação lipídica da carne e ocorrendo a redução de alguns ácidos graxos na coxa/sobrecoxa quando armazenados e congelados. Amador (2015) avaliando a inclusão (0%, 0,5%, 1,0% e 1,5%) de extrato aquoso do resíduo de goiaba na preservação da carne de peito e sobrecoxa de frango pré-cozido, armazenados congelados, verificou que as concentrações utilizadas preservaram os lipídios da carne, no entanto ao nível de 1,5% demonstrou ser o mais eficiente.

As principais fontes fibrosas utilizadas na alimentação animal são provenientes dos resíduos agroindustriais, como os de processamento de frutas para obtenção de polpas, gerando quantidades de resíduos consideráveis (CARVALHO et al., 2014). Na literatura, são escassos os estudos que tratam do uso da semente de goiaba para a alimentação de leitões.

Por se tratar de um alimento com alto teor de fibra, várias estratégias vêm sendo estudadas com ingredientes que possam ser capazes de promover a saúde intestinal e melhorar o desempenho na alimentação animal, seja ela de natureza solúvel e insolúvel (PETTIGREW, 2008).

2.2 Fibras Dietéticas: Aspectos gerais

Os carboidratos são definidos como polihidroxi aldeídos ou cetonas, representados pela fórmula $(CH_2O)_n$ e constituem a principal fonte de energia para animais não ruminantes. A organização é realizada pelo seu grau de polimerização podendo ser referidos como monossacarídeos, dissacarídeos, oligossacarídeos e polissacarídeos, e são divididos em duas categorias: carboidratos não estruturais, que compreendem os carboidratos não fibrosos (amido,

açúcares de baixo peso molecular e os oligossacarídeos); e os carboidratos estruturais, que englobam os carboidratos fibrosos compostos pelos polissacarídeos não amiláceos (PNA's); como também a lignina, que é classificada como um polímero aromático de ésteres fenólicos (LEHNINGER et al., 2014).

Os carboidratos estruturais constituem a parede celular dos vegetais, formados por monossacarídeos (pentoses e hexoses), e os glicídios associam-se, originando dois grupos estruturais principais: homopolissacarídeos e heteropolissacarídeos. Os homopolissacarídeos, após a hidrólise originam apenas um tipo de unidade de monossacarídeo, representada pela celulose e a quitina atuando no revestimento estrutural em vegetais e animais, outro exemplo é o amido e glicogênio, que é a forma de armazenamento de energia para as células, para os heteropolissacarídeos, posteriormente à hidrólise originam dois ou mais tipos de monossacarídeos, representados pelas pectinas e as hemiceluloses. Estes dois grupos formam a fração insolúvel ou carboidratos insolúveis, chamados de PNA's (CUMMINGS E STEPHEN, 2007).

Os PNA's e a lignina compõem a “fibra dietética”, que representam a parede celular vegetal (URRIOLA et al., 2013). A denominação fisiológica da fibra dietética refere-se ao conjunto de componentes dietéticos resistentes à digestão por enzimas endógenas secretadas pelos animais (Bach Knudsen et al., 2001) pelo fato das enzimas digestivas não hidrolisarem a fibra não significa que a mesma não degrade e se metabolize em partes, portanto, é susceptível à degradação pelas enzimas da microbiota gastrintestinal entre 10 a 80% de ação, produzindo compostos em que o organismo absorve e metaboliza (TUNGLAND E MEYER, 2002; ORDOÑEZ PEREDA, 2005).

Os tipos de fibras variam em relação a solubilidade, viscosidade, capacidade de retenção de água, capacidade de ligação aos minerais e moléculas orgânicas (Urriola et al., 2013), desse modo, os polissacarídeos são classificados como solúveis: pectinas, gomas, arabinosilanos, D-xilanos, β -glucanos, D-mananos, galactomananos, xiloglucanos, raminogalacturonas; e insolúveis: celulosas, ligninas e algumas hemiceluloses. Por esse motivo, a classificação é em função da capacidade de formar solução homogênea ou não com a água (TAVERNARI et al., 2008).

Os PNA's solúveis são responsáveis por atuarem como barreiras físicas a digestão e absorção dos nutrientes, comunicam-se com o glicocálix da borda em escova intestinal permitindo o aumento da espessura da camada de água na mucosa, reduzindo a absorção dos nutrientes pela parede intestinal, tendo como característica aumentar a viscosidade da digesta no intestino delgado, podendo sofrer interferência na difusão dos nutrientes, e ocasionando a

modificação das secreções endógenas de água, lipídios, proteínas e eletrólitos (MOURINHO, 2006; OWUSU ASIEDU et al., 2006). Devido ao aumento na viscosidade da digesta, os nutrientes apresentam absorção prejudicada, reduzindo a digestão e a misturas dos componentes de gorduras, proteínas, carboidratos e outros micronutrientes com as enzimas endógenas (Conte et al., 2002; Johnston et al., 2003), podendo promover atrofia nas vilosidades e hiperplasia de criptas, prejudicando a absorção de nutrientes (MONTAGNE et al., 2003).

Os PNA's insolúveis são compostos por polissacarídeos como a celulose, que interagem fortemente entre si, ocorrendo a retenção de água, contudo, a viscosidade da digesta é relativamente baixa em relação aos PNA's solúveis, esta fração presente na dieta pode promover a redução na digestão do amido, proteína e lipídios, ocorrendo a redução no tempo de trânsito gastrointestinal como também afetando a motilidade intestinal, além de agir como barreira física à ação das enzimas digestivas, reduzindo a eficiência de sua digestão, ou seja redução no aproveitamento dos nutrientes (FORTES et al, 2012; VAREL E YEN, 1997; CARNEIRO et al., 2008).

Há evidências de que o uso em pequenas quantidades de fibra insolúveis não interferem na viscosidade da digesta (Smits e Annison, 1996), podendo atuar de forma regulatória e no melhor aproveitamentos dos nutrientes (Hetland et al., 2004), além disso pode reforçar a microbiota comensal no intestino grosso, pela aceleração da passagem da digesta respondendo de forma que ocorra a redução da atividade microbiana (Williams et al., 2001), além de induzir reduções nas contagens de bactérias coliformes e na incidência de diarreia (MATEOS et al., 2006; PASCOAL et al., 2012). No entanto, as fibras insolúveis podem ocasionar a irritação da mucosa intestinal responsáveis, pelo desgaste mecânico (Varel e Yen, 1997), reduzindo as células epiteliais, elevando a produção de secreções gástricas, pancreáticas e biliares, de muco e água.

Segundo a Tabela Brasileira de Composição de Alimentos da USP (1998), os alimentos como frutas, vegetais e cereais tornam-se importantes fontes de fibra dietética. Embora a fibra seja considerada como um fator antinutricional, seu incremento realizado de forma adequada favorecem a saúde intestinal (LINDBERG, 2014). Seu processo digestivo depende principalmente da estrutura química, de como esta fração interage aos outros compostos, da concentração da fibra na dieta, do nível alimentar oferecido ao animal (Dierick et al., 1989), do estado fisiológico em que o animal se encontra, idade e peso corporal (Bell e Keith, 1989), além da taxa de passagem da digesta pelo intestino (KASS et al., 1980).

2.3 Efeitos da Fibra Dietética na Alimentação de Suínos

O suíno é considerado um animal não ruminante de ceco não funcional (CLOSE, 1994), não possui a capacidade enzimática para hidrolisar celulose, arabinosilano, beta-glucanos, substâncias pécnicas e oligossacarídeos, entre outros, chamados polissacarídeos não amiláceos (PNA's). No intestino delgado os componentes dietéticos da fibra são minimamente digeridos, fornecendo substrato para a fermentação microbiana no intestino grosso, em resposta da produção de produtos microbianos de alto valor nutritivo para os animais (BUDIÑO et al., 2015). Durante o processo de fermentação, os principais produtos são propionato, butirato e acetato, considerados como ácidos graxos voláteis (AGV).

A utilização da fibra dietética na alimentação dos animais não ruminantes é correlacionada por vários fatores como a frequência do consumo e da composição da ração em relação ao nível de fibra na dieta (Morgado e Galzerano, 2009; Goulart et al., 2016), idade e condição fisiológica dos animais (Bell e Keith, 1989) a taxa de fermentação e a taxa de passagem no trato digestório, principalmente nos compartimentos com atividade fermentativa, que está associada ao consumo e a composição da dieta (KASS et al., 1980).

O efeito das dietas fibrosas sobre a fisiologia digestiva e produtiva dos animais não ruminantes está despertando interesse devido ao conhecimento limitado de micro-organismos envolvidos na hidrólise da fibra, quando comparado com animais ruminantes, seja ela de natureza solúvel ou insolúvel (ZHANG et al., 2013). A fibra é responsável por uma pequena parcela da energia da dieta, através da digestão por micro-organismos no intestino grosso e ceco, e sua utilização influencia a motilidade do trato digestivo e a velocidade de trânsito intestinal do alimento (LASSITER E EDWARDS, 1982; ARGENZIO, 1988). Como também pode provocar efeitos prejudiciais sobre os coeficientes de digestibilidade dos componentes nutritivos, principalmente da proteína, aminoácidos e minerais, e/ou na excreção de nitrogênio endógeno (KING E TAVERNER, 1975). Portanto, é impreterível a adoção criteriosa não só do tipo e/ou qualidade, como também da quantidade adequada desse alimento para cada categoria animal e fase de produção.

Dos produtos resultantes da fermentação da fibra dietética, apenas os ácidos graxos de cadeia curta (acetato, propionato e butirato) colaboram para fornecer energia ao animal, especialmente para a produção de gordura. O ácido acético no fígado, é utilizado para fonte de energia muscular e estimula a lipogênese, o butirato é a principal fonte energética para as células epiteliais restabelecendo a saúde intestinal, sendo responsável pelo estímulo e desenvolvimento do tecido intestinal produzindo muco, e o propionato colabora como substrato para a

gliconeogênese (MONTAGNE et al. 2003; BINDELLE et al., 2008). Com isso, os AGCC são absorvidos pelo trato gastrointestinal, desencadeando a estimulação e a absorção de sódio e água no cólon, reduzindo assim o potencial de ocorrência e frequência de diarreia (JOHNSTON et al., 2003).

É possível observar o estímulo do desenvolvimento do trato digestório a partir da inclusão de PNA's nas dietas para leitões, ainda que considere seu baixo aproveitamento nutricional (LONGLAND et al., 1994). As fibras, principalmente fibras solúveis desempenham efeito prebiótico, restabelecendo a saúde intestinal, por meio da fermentação de seus componentes como bifidobactérias e lactobacilos, que são responsáveis pelas ações benéficas à microflora pela aderência a mucosa intestinal e competição de nutrientes, de forma que produzam substâncias prejudiciais aos microrganismos indesejáveis (FERREIRA et al, 2002).

Para as fibras insolúveis, são conhecidas como “fillers” devido ao seu efeito de ligação a água, ocorrendo o preenchimento efetivo no intestino grosso em relação as solúveis. A melhoria da saúde intestinal pode ser explicada pelos produtos finais da fermentação, os AGCC, que ao reduzirem o pH do intestino grosso tornam-se potencialmente nocivos aos microrganismos patogênicos (WENK, 2001).

Devido ao menor desenvolvimento do trato gastrointestinal de leitões durante a fase inicial (quando comparados aos animais mais velhos fisiologicamente), os leitões apresentam menor área para a disseminação da população microbiana e utilização da fibra dietética, resultando em menor aproveitamento do alimento fibroso (TEIXEIRA, 1995). Após o desmame a fibra dietética pode ser utilizada como via de modulação da microbiota do intestino (MOLIST et al., 2009), com isso, os produtos formados a partir da fermentação (AGCC) podem diminuir a incidência de diarreias infecciosas e auxiliar na reidratação dos animais (MONTAGNE et al, 2003).

Diversos estudos estão sendo realizados com leitões na fase inicial, como o de Högberg e Lindberg (2004), que avaliaram dietas baseadas em cereais e seus subprodutos em diferentes concentrações de PNA's, observaram que as maiores concentrações de PNA's resultaram em melhores valores de ganho de peso e redução no pH do ceco e do íleo, porém reduziram a digestibilidade da matéria orgânica e dos constituintes da fibra. Já Gomes et al. (2012) avaliaram os efeitos de diferentes níveis de inclusão do farelo de arroz integral (0%, 10%, 20% e 30%) em rações, sobre o desempenho zootécnico em leitões de 43 a 67 dias de idade, relatando que ao nível de até 30% pode ser utilizado sem comprometer o desempenho dos animais.

De acordo com Nogueira et al. (2007) utilizando raspa integral de mandioca (0%, 12%, 24% e 36%) em dietas para leitões na fase inicial, com o objetivo de avaliar os diferentes níveis

e as formas de arraçamento (ração seca e úmida), concluíram que independente da forma de arraçamento a raspa integral de mandioca (RIM) pode ser utilizada em rações para suínos na fase de creche até ao nível de 36%.

Resultados semelhantes foram descritos por Oliveira et al. (2005), avaliando os mesmos níveis crescentes durante a fase de creche, constataram que o nível de 36% de RIP não comprometeu o desempenho dos animais e o que o nível de 12% obteve melhor resposta de viabilidade econômica. Castro et al. (2017), avaliando o coproduto desidratado de mandioca (CDM) (0%; 3%; 6%; 9% e 12%) sob seus efeitos no desempenho, demonstrando que a inclusão de 2,56% deste coproduto promoveu o máximo consumo de ração. Já Leal (2018) avaliando resíduo da industrialização da acerola (RIA) (0%; 3%; 6% ;9% e 12%) para leitões durante a fase inicial e seus efeitos no desempenho, constatou que o nível de 3% quando comparado a ração controle, mostrou-se superior para peso corporal final, ganho de peso médio diário e consumo diário de ração.

Avaliando o desempenho e a avaliação econômica de níveis inclusão de farelo de coco (FC) (0%;7%; 14% e 21 %), Carvalho et al. (2014) verificaram que a inclusão de até 7% de FC em rações para leitões dos 21 a 42 dias de idade, e dos 43 aos 63 dias de idade, o nível aproximado de 15% demonstrou melhores índices de desempenho zootécnico e econômico. Logo Ribeiro et al. (2009) avaliando os mesmos níveis do FC e as formas de arraçamento sobre o desempenho e a viabilidade econômica durante a fase inicial, concluíram que o fornecimento do FC é viável até o nível de 21% com a melhor resposta econômica. Para Trindade et al. (2004) avaliando o resíduo de polpas de frutas desidratadas (0%, 25%, 50%, 75% e 100%) afirmaram que não ocorreram diferenças entre os níveis de inclusão estudados sobre as variáveis de desempenho durante a fase de creche.

Estudo avaliando a utilização de farelo de abacaxi (FA) com teores crescentes (0%, 3,4%, 6,8% e 10,2%) de FA na alimentação de leitões desmamados sobre os parâmetros de desempenho zootécnico, digestibilidades das dietas, morfologia da mucosa intestinal, pesos dos órgãos do trato digestório e tempo de trânsito da digesta, concluíram que houve redução da digestibilidade e do tempo de trânsito gastrintestinal dos nutrientes durante a fase de 21 aos 35 dias de idade, em relação ao tratamento controle, não foram observados aumentos significativos nos pesos dos órgãos gastrintestinais e danos da estrutura da mucosa intestinal dos animais, e a inclusão de 3,4% proporcionou melhor ganho de peso aos animais em relação aos suínos que não consumiram farelo de abacaxi (RAMOS et al., 2015).

De acordo com Han et al. (2005), testando a inclusão de uma fonte purificada de fibra insolúvel (Vitacel®) (0%, 0,3%, 0,6%, e 0,9%), concluíram que o teor de 0,3% melhorou a

digestibilidade dos nutrientes, energia dos animais e o desempenho produtivo. Freire et al. (2000) avaliaram quatro fontes de fibra (farelo de trigo, polpa de beterraba, casca de soja e farelo de alfafa) em dietas para leitões desmamados sobre a digestibilidade, a produção de AGCC e o tempo de trânsito gastrointestinal, verificando que dependendo da fonte de fibra presente na dieta ocorre a redução da digestibilidade, maior tempo de trânsito gastrointestinal e elevação na produção de AGCC, das quatro fontes estudadas, o farelo de alfafa demonstrou ser o mais efetivo na regulação do trânsito digestivo. Pascoal et al. (2012) verificaram menor incidência de diarreia e melhoria de alguns parâmetros imunológicos em leitões alimentados com dietas contendo 1,5% de celulose purificada, comparativamente aos animais alimentados com dietas contendo 9% de polpa cítrica ou 3% de casca de soja.

Conforme descrito por Hedemann et al. (2006) em estudo avaliando o efeito da fonte de pectina purificada e casca de cevada em diferentes concentrações (73, 104 e 145g de fibra dietética/kg), observaram que os animais alimentados com a pectina purificada apresentaram redução no consumo de ração e ganho de peso, menor altura das vilosidades e profundidade das criptas. No entanto, os animais que consumiram o alto teor de fibra insolúvel (casca de cevada) apresentaram melhora da morfologia intestinal, conseqüentemente maior altura das vilosidades e da atividade enzimática, concluindo que a fibra insolúvel foi importante para otimizar a função intestinal.

Os leitões em fase de creche possuem uma expressiva capacidade de adaptar a flora gastrointestinal às dietas que contenham fibras, tendo em vista que a intensidade de degradação da fibra se dá a partir de sua composição química, origem e principalmente a concentração (TEIXEIRA, 1995).

Dessa maneira, a avaliação dos alimentos fibrosos para suínos demanda a identificação, quantificação e avaliação das interações entre os efeitos fisiológicos associados aos coeficientes de digestibilidade, podendo contribuir com o desempenho animal, como também o seu uso na ração pode limitar a produtividade quando fornecida de maneira inadequada, não respeitando a fase fisiológica do animal, como leitões desmamados ou em fase inicial de crescimento, bem como estes animais apresentam capacidade reduzida do trato digestivo para processar material fibroso (GOMES et al., 2007).

3 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos no Setor de Suinocultura da Fazenda Experimental Professor Antônio Carlos dos Santos Pessoa (Linha Guará) da Universidade Estadual do Oeste

do Paraná, localizada no município de Marechal Cândido Rondon (24°33'40" S; 54°04'12" W; 392 m a.n.m.), Paraná. Para execução do projeto, o mesmo foi submetido, avaliado e aprovado pelo Comitê de Ética para Uso de Animais. Sendo assim, foi realizado um ensaio de metabolismo para determinar o valor nutritivo do alimento teste (FSG), e outro para avaliação de desempenho, parâmetros plasmáticos e ocorrência de diarreia de leitões durante a fase inicial, alimentados com diferentes níveis de farelo de semente de goiaba.

O farelo de semente de goiaba (FSG) foi obtido de uma indústria produtora de farelo de frutas - NUTRA, situada no município de Dracena - SP. Após a secagem em estufa de ventilação forçada (105°C), por um período de 16 horas, e moagem, uma amostra foi encaminhada ao laboratório de Nutrição Animal da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, para avaliação da composição bromatológica, sendo determinados os níveis de: matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), matéria mineral (MM), energia bruta (EB), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), de acordo com as metodologias descritas por AOAC (1990).

Os teores de carboidratos totais (CHO) foram calculados segundo as equações indicadas por Sniffen et al. (1992), em que $CHO = 100 - (+ \% MS + \% PB + \% EE + Cinzas)$ e os teores de carboidratos não fibrosos (CNF) pela equação $CNF = CHO - FDN$. As análises de amido e extrato etéreo foram realizadas no laboratório da Fundação ABC, seguindo o método enzimático para a análise de amido, na qual foram utilizadas as enzimas Alfa-amilase e amiloglucosidase e realizadas leituras em espectrofotômetro UV-VIS 520nm seguindo a metodologia descritas por AOAC, (1990). A determinação do extrato etéreo foi realizada conforme o método de extração Soxhlet. O aminograma e a determinação de tanino do FSG foram realizados no laboratório CBO, de acordo com a metodologia descrita por Risso e Farfan (2006) e Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal (2013), respectivamente.

3.1 Digestibilidade do farelo de semente de goiaba para leitões na fase inicial

Foi conduzido um ensaio de digestibilidade, utilizando 16 leitões machos inteiros, mestiços de linhagem comercial, com $17,64 \pm 0,60$ kg de peso corporal inicial médio.

Os animais foram alojados, individualmente, em gaiolas de metabolismo semelhantes às descritas por Pekas (1968), em sala com ambiente parcialmente controlado. A temperatura ambiente média mensurada durante todo o período experimental foi de $24,80 \pm 4,15^\circ\text{C}$. A umidade relativa média do ar foi de $92,12 \pm 16,63\%$.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso, com dois tratamentos (dieta basal e dieta teste), oito repetições e um animal por unidade experimental. Os blocos foram formados de acordo com o peso corporal inicial dos animais.

A dieta basal foi constituída à base de milho e farelo de soja, formulada para atender às exigências nutricionais dos animais na fase inicial, de acordo com as recomendações descritas por Rostagno et al. (2017) (Tabela 2), e uma dieta teste, em que o FSG substituiu a ração referência (RR) no nível de 20%.

Tabela 2. Composição percentual e calculada da ração referência utilizada no ensaio de digestibilidade em leitões na fase inicial.

Ingredientes	Composição centesimal (kg/100 kg)
Milho	57,79
Farelo de soja, 45%	33,90
Óleo de soja	3,686
Fosfato monocálcico	1,687
Calcário calcítico	1,207
Sal comum	0,457
Pré-mistura mineral-vitamínico ¹	0,500
L- Lisina HCL 50,7%	0,416
DL-Metionina, 85%	0,177
L-Treonina, 98%	0,169
L-Triptofano, 99%	0,022
Total (%)	100
Composição calculada (%)	
Proteína bruta	20,55
Energia metabolizável, kcal/kg	3.350
Cálcio	0,910
Fósforo disponível	0,450
Sódio	0,205
Lisina digestível	1,281
Metionina + cistina digestível	0,730
Treonina digestível	0,833
Triptofano digestível	0,243

¹Níveis de garantia/kg da ração (5g do premix/kg de ração): ácido fólico (103,12mg); ácido pantotênico (2249,99mg); biotina (16,88mg); clorohidroxiquinolina (15,00g); cobre (22,07g); etoiquin (206,00mg); ferro (6733,40mg); iodo (37,51mg); lisina (123,76g); manganês (1866,71mg); metionina (110,25g); niacina (4687,50mg); selênio (43,75mg); treonina (46,64g); vit. A (1437500,00 UI); vit. B₁ (224,96mg); vit. B₁₂ (2537,50 mg); vit. B₂ (537,50mg); vit. B₆ (437,50mg); vit. D₃ (262500,00UI); vit. E (4250,00UI); vit. K₃ (375,00mg); zinco (1000,00mg).

O fornecimento das dietas e a coleta de fezes e urina seguiram os procedimentos descritos por Sakomura e Rostagno (2016). No período de coleta o fornecimento de ração foi

calculado com base no peso metabólico ($\text{kg}^{0,75}$) de cada suíno e no consumo médio registrado no período de adaptação. Os arraçoamentos foram realizados às 08h e às 16h.

Com o objetivo de marcar o início e final do período de coleta total de fezes, foram acrescentados nas rações 2% de óxido de ferro (Fe_3O_2) como marcador fecal. As fezes excretadas referente à cada unidade experimental foram coletadas duas vezes ao dia, pesadas e acondicionadas em sacos plásticos, identificadas e armazenadas em freezer à temperatura de -5°C , até o final do período de coleta. Posteriormente ao período de coleta, as amostras de fezes foram descongeladas, pesadas, homogeneizadas e secadas em estufa de ventilação forçada (55°C), pelo período de 72 horas. Após a secagem, as amostras foram moídas em moinho de facas tipo Willey e armazenadas em potes de polietileno para análises laboratoriais de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e energia bruta (EB), as quais foram realizadas no laboratório de Nutrição Animal, pertencente à Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus de Marechal Cândido Rondon – PR.

A urina foi coletada em baldes de plástico, com adição de 20 mL de uma solução de ácido clorídrico na proporção de 1:1, para evitar a proliferação bacteriana e possíveis perdas de nitrogênio por volatilização. Após a coleta, o volume total de urina foi mensurado e retirado uma alíquota de 10% do total, que foi acondicionada em garrafas pet, previamente identificadas e armazenadas em freezer à temperatura de -5°C , até o final do período de coleta. Posteriormente ao período de coleta, as urinas foram descongeladas, pesadas, homogeneizadas e uma amostra de 200 mL foi encaminhada para o Laboratório de Nutrição Animal, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, para determinação de EB.

Duas amostras de ração (RR e RR+FSG), uma amostra do alimento teste (FSG) com aproximadamente 300 gramas e as amostras de fezes, foram analisadas no Laboratório de Nutrição Animal da Unioeste, de acordo com metodologias descritas por AOAC (1990). Os coeficientes de digestibilidade da matéria seca (CDMS), matéria orgânica (CDMO), proteína bruta (CDPB), energia bruta (CDEB), fibra em detergente neutro (CDFDN), fibra em detergente ácido (CDFDA) e o coeficiente de metabolização da energia bruta (CMEB) foram calculados conforme Matterson et al. (1965).

3.2 Desempenho, parâmetros plasmáticos e ocorrência de diarreia de leitões na fase inicial alimentados com níveis de inclusão de farelo de semente de goiaba.

Foram utilizados 128 leitões de linhagem comercial, machos inteiros, com peso corporal inicial médio (PCIM) de $14,47 \pm 2,09$ kg e final de $24,03 \pm 2,92$ kg, em delineamento experimental de blocos ao acaso, com quatro tratamentos repetidos quatro vezes em dois blocos e quatro animais por unidade experimental, as unidades experimentais foram formadas de acordo com o peso médio inicial dos animais, a fim de uniformizar cada tratamento. Os blocos foram constituídos no tempo.

Inicialmente, os animais foram identificados com brincos, alojados em baias de creche suspensa ($1,50 \text{ m}^2$) com piso de plástico vazado, dotadas de comedouros frontais tipo calha e bebedouros do tipo “chupeta”, em galpão de alvenaria com piso de concreto e telhas de cerâmica. O fornecimento das dietas e de água foram realizadas *ad libitum* durante todo o período experimental. A temperatura ambiente ($^{\circ}\text{C}$) e umidade relativa (UR) no interior do galpão, durante o período experimental, foram mensuradas com auxílio de um datalogger, e controlado por meio da abertura ou fechamento de janelas e com o uso de lâmpadas incandescentes individuais por baia.

Os tratamentos foram constituídos com níveis crescentes de inclusão de FSG na ração, sendo uma ração testemunha (0%) e as demais 5%, 10%, e 15% de FSG. As rações foram formuladas à base de milho e farelo de soja, visando a atender as exigências nutricionais de leitões na fase inicial, segundo Rostagno et al. (2017) (Tabela 3).

Tabela 3. Composição centesimal das rações contendo níveis crescentes de inclusão de farelo de semente de goiaba.

Ingredientes	Níveis de FSG (%)			
	0	5	10	15
Milho moído	60,01	56,56	53,19	49,43
Farelo de soja, 45%	26,52	25,91	25,28	27,89
Óleo de soja	2,320	1,305	0,226	0,000
Farelo de semente de goiaba	0,00	5,00	10,00	15,00
Farinha de peixe	3,000	3,000	3,000	3,000
Fosfato monobásico	1,234	1,249	1,264	1,282
Calcário calcítico	1,026	1,027	1,028	1,020
Sal comum	0,393	0,396	0,398	0,401
Soja micronizada	4,000	4,000	4,000	0,397
Premix mineral e vitamínico ¹	0,500	0,500	0,500	0,500
L-Lisina, 50,7%	0,343	0,365	0,388	0,410
DL-Metionina, 85%	0,205	0,223	0,240	0,220
L-Treonina, 98%	0,231	0,250	0,269	0,237
L-Triptofano, 99%	0,073	0,070	0,072	0,068
Promotor de crescimento ²	0,145	0,145	0,145	0,145
Composição calculada (%)				
Proteína bruta	20,55	20,55	20,55	20,55
Energia metabolizável, kcal/kg	3350,0	3350,0	3350,0	3350,0
Cálcio	0,910	0,910	0,910	0,910
Fósforo disponível	0,450	0,450	0,450	0,450
Fibra em detergente neutro	11,920	12,595	19,043	22,014
Fibra em detergente ácido	4,401	5,668	10,310	13,304
Lignina	0	0,735	1,470	2,206
Hemicelulose	6,927	8,732	8,710	13,304
Sódio	0,205	0,205	0,205	0,205
Lisina digestível	1,281	1,281	1,281	1,281
Metionina + cistina digestível	0,730	0,730	0,730	0,730
Treonina digestível	0,833	0,833	0,833	0,833
Triptofano digestível	0,243	0,243	0,243	0,243

¹Níveis de garantia/kg do produto: ácido fólico (103,12mg); ácido pantotênico (2249,99mg); biotina (16,88mg); clorohidroxiquinolina (15,00g); cobre (22,07g); etoxiquin (206,00mg); ferro (6733,40mg); iodo (37,51mg); lisina (123,76g); manganês (1866,71mg); metionina (110,25g); niacina (4687,50mg); selênio (43,75mg); treonina (46,64g); vit. A (1437500,00 UI); vit. B₁ (224,96mg); vit. B₁₂ (2537,50 mg); vit. B₂ (537,50mg); vit. B₆ (437,50mg); vit. D₃ (262500,00UI); vit. E (4250,00UI); vit. K₃ (375,00mg); zinco (1000,00mg). ²Colistina (0,085g); amoxicilina (0,060g).

Os animais foram pesados no início e final do período experimental com auxílio de uma balança digital, assim como a quantidade de ração fornecida e o desperdício de ração durante todo período experimental, para determinação das variáveis de desempenho de consumo diário de ração (CDR), ganho diário de peso (GPD), peso final (PF) e conversão alimentar (CA).

Para avaliação da concentração de ureia e glicose, ao final do período da fase de creche, foram selecionados dois animais por unidade experimental, que correspondeu a oito animais

por tratamento, permanecendo em jejum alimentar por oito horas para coleta de sangue. Foi realizada a coleta de ± 10 mL de sangue via punção da veia cava cranial. O sangue foi transferido para tubos de ensaio com anticoagulante para ureia (ácido etilenodiaminotetracético-EDTA) e para glicose (fluoreto de sódio). Posteriormente foi realizada a centrifugação a 3.000 rpm, por 15 minutos, para a obtenção do plasma sanguíneo. As amostras do plasma foram transferidas para microtúbulos de polietileno tipo “eppendorf” de 1,5mL, em duplicata, identificadas e acondicionados em freezer a -5°C para análises posteriores. As concentrações de ureia e glicose do plasma foram realizadas com “kits” comerciais Ureia-PP e Glicose-PP respectivamente, com auxílio de espectrofotômetro.

Para avaliação da ocorrência de diarreia as observações visuais das excretas foram registradas diariamente a partir do primeiro dia do período experimental, foram mensurados 544 registros de 32 baias contendo quatro suínos. As mensurações foram realizadas em 17 tempos, expressos pelos 17 dias que representaram o período experimental, até os suínos atingirem cerca de 24 kg de peso corporal. As variáveis analisadas foram o escore médio de diarreia (EMD) e incidência média (%) de diarreia (IMD). Atribuindo-se escores de 0 a 3 para cada baia: 0 = fezes sólidas, 1 = fezes pastosas, 2 = fezes líquidas/pastosas, 3 = fezes líquidas. Apenas os escores 2 e 3 indicavam a incidência de diarreia.

Procedimentos estatísticos

As variáveis avaliadas foram o consumo diário de ração (CDR), o ganho diário de peso (GPD) e o peso corporal final (PF), ambas em kg, e conversão alimentar (CA), incidência média de diarreia (IMD) em %, escore médio de diarreia (EMD) (0 a 3), ureia (UR) e glicose (GLI) ambas em mg/dL.

A normalidade dos erros experimentais e a homogeneidade de variâncias entre os tratamentos para os resíduos das variáveis foram avaliadas previamente utilizando os testes de Shapiro-Wilk e de Levene, respectivamente.

Em seguida, por meio de análise de variância (ANOVA) foi verificado a não influência ($p > 0,05$) dos tratamentos sobre o peso corporal inicial médio dos animais (PCIM), para a indicação do PCIM como covariável e correção dos valores de médias observadas das características (BANZATTO e KRONKA, 2006).

Foi procedida a análise de covariância (ANCOVA), para verificação dos efeitos dos níveis de FSG e de PCIM sobre as características. Quando detectado o efeito de PCIM ($p < 0,05$),

o modelo estatístico utilizado foi expresso por $Y_{ijk} = m + t_i + b_j + \beta(X_{ijk} - \bar{X}_{...}) + \varepsilon_{ijk}$. Os efeitos dos fatores incluídos no modelo são descritos por:

Y_{ijk} = observação média da variável dependente em cada parcela, medida no i -ésimo nível de FSG, no j -ésimo bloco e na k -ésima repetição;

m = efeito da média geral;

t_i = efeito dos níveis de FSG, para $i = (1, 2, 3 \text{ e } 4)$;

b_j = efeito dos blocos, para $j = (1 \text{ e } 2)$;

β = Coeficiente de regressão de Y sobre X ;

X_{ijk} = observação média da covariável (PCIM) em cada parcela, medida na i -ésima nível de FSG no j -ésimo bloco e na k -ésima repetição;

$\bar{X}_{...}$ = média geral para a covariável X ;

ε_{ijk} = erro aleatório da parcela associado à cada observação Y_{ijk} .

Posteriormente, para as características em que não foi detectado o efeito ($p > 0,05$) de PCIM, foi procedida a ANOVA para verificação dos efeitos dos tratamentos, adotando-se o modelo estatístico descrito anteriormente, sem a utilização de covariável.

Para as características em que houve efeito ($p < 0,05$) de PCIM, foi realizado o teste de homogeneidade dos coeficientes de regressão linear de 1º grau (betas), um dos pré-requisitos para a utilização da ANCOVA, em que se verificou se as inclinações das retas de regressão para os quatro tratamentos foram iguais. Este procedimento foi realizado ajustando-se o modelo de ANCOVA descrito anteriormente e adicionando-se o termo de interação entre a covariável PCIM e os tratamentos ($PCIM * t_i$). A homogeneidade dos quatro coeficientes de regressão foi detectada quando não se rejeitou a hipótese de nulidade $H_0: \beta_{t1} = \beta_{t2} = \beta_{t3} = \beta_{t4}$ ao se aplicar o teste F.

Para características em que houve heterogeneidade dos betas, foram estimados os betas dos valores de Y em função dos valores de X (PCIM), considerando as repetições de cada tratamento, para se estabelecer contrastes ortogonais entre grupos de tratamentos e entre tratamentos, visando a comparar inclinações entre os grupos pré-estabelecidos. A detecção de significância ($p \leq 0,05$) para um contraste, ao se aplicar o teste t, indicou a necessidade de se modelar diferentes coeficientes de regressão para os respectivos grupos de tratamentos.

A modelagem de diferentes coeficientes de regressão para tratamentos distintos foi procedida utilizando a variável auxiliar binária “dummy de tratamento (DTRAT)”, cuja codificação foi associada aos grupos de tratamentos homogêneos. O valor zero para DTRAT representou a codificação para um grupo de tratamentos e o valor um, para o outro grupo de

tratamentos. A estimação dos betas para cada grupo homogêneo e a verificação da significância dos tratamentos sobre tais características foram realizadas ajustando-se ao modelo de ANCOVA incluindo como fatores os efeitos da média geral, blocos, tratamentos, PCIM e interação entre PCIM e DTRAT (PCIM*DTRAT). A significância ($p \leq 0,05$) para a interação PCIM*DTRAT indicou a adequabilidade do modelo de ANCOVA com betas heterogêneos e o aumento da precisão experimental, com menores valores de coeficiente de variação em relação à ANOVA e ANCOVA com betas homogêneos.

Quando constatado o efeito dos tratamentos ($p < 0,05$) na ANCOVA ou ANOVA, o efeito dos níveis de FSG sobre as diversas variáveis foram estimados por meio de modelos de regressão linear. Cinco modelos de regressão linear foram ajustados aos dados médios das variáveis dependentes, a partir de valores de FSG (0,01, 5, 10 e 15%). A seleção do modelo preditivo que melhor se ajustou aos valores médios das variáveis foi realizada com base na significância dos parâmetros e no valor de coeficiente de determinação R^2 . Os modelos de regressão linear ajustados foram representados por:

- Modelo linear de 1º grau: $y_i = b_0 + b_1 x_i + \varepsilon_i$;
- Modelo hiperbólico: $y_i = b_0 + b_1 / x_i + \varepsilon_i$;
- Modelo logarítmico: $y_i = b_0 + b_1 \log_{10}(x_i) + \varepsilon_i$;
- Modelo linear de 2º grau: $y_i = b_0 + b_1 x_i + b_2 x_i^2 + \varepsilon_i$;
- Modelo raiz quadrada: $y_i = b_0 + b_1 x_i + b_2 x_i^{0,5} + \varepsilon_i$.

O método dos mínimos quadrados ordinários foi utilizado para estimação dos parâmetros dos modelos de regressão. A verificação da significância de cada parâmetro foi avaliada por meio do teste t parcial, em que a hipótese de nulidade testada foi $H_0: \beta_i = 0$. A aderência dos modelos às médias observadas das variáveis foi avaliada observando-se o valor de R^2 .

Para avaliação da ocorrência de diarreia, foram ajustados modelos lineares generalizados (GLM) com estrutura de erros com distribuição de *poisson* (EMD) e com distribuição normal (IMD), e funções de ligação logarítmica $g(\mu) = \ln(\mu)$ e identidade ($g(\mu) = \mu$), respectivamente, para testar o efeito dos tratamentos, expressos por rações contendo diferentes níveis de FSG (0, 5, 10 e 15%) em substituição ao milho, no EMD e IMD. O GLM utilizado foi representado por porção sistemática $\eta = g(\mu) = \mu + t_i + b_j$. Os efeitos dos fatores incluídos no modelo são descritos por:

μ = efeito da média geral;

t_i = efeito dos níveis de FSG (tratamento) em % (1, 2, 3 e 4);

b_j = efeito dos blocos ($j = 1$ e 2).

As significâncias porventura existentes de tratamento sobre as variáveis foram verificadas na análise do tipo III, utilizando-se da estatística de qui-quadrado, em que o fator tratamento não foi classificatório.

A qualidade de ajuste dos modelos aos dados observados foi baseada no maior valor do logaritmo da função de máxima verossimilhança (*LogLik*). Os parâmetros de dispersão foram ajustados para correção da subdispersão, corrigindo os erros padrões usando um modelo *quase-poisson* (EMD) e normal (IMD).

O efeito dos tratamentos quantitativos sobre as variáveis foi avaliado por meio de ajuste de modelos lineares generalizados de regressão de *Poisson* (EMD) e regressão logística (IMD). Os parâmetros dos modelos foram estimados usando o método da máxima verossimilhança, por maximização da função de log-verossimilhança, utilizando-se de equações de estimação generalizadas (GEE) por meio da estatística Z, em que se considerou a correlação entre as observações mensuradas no decorrer dos tempos em dias, hierarquizadas (dentro) nas combinações entre classes de tratamento e de repetições (bacias), pois caracterizaram medidas repetidas nas unidades experimentais.

O nível de significância de 0,05 foi adotado em todos os testes de hipóteses. Todas as análises estatísticas foram efetuadas utilizando os *softwares* R *Development Core Team* (2013) e *Statistical Analysis System University* (SAS, 2014).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Digestibilidade do farelo de semente de goiaba para leitões na fase inicial.

Os valores referentes à composição química e energética do FSG (Tabela 4) de energia bruta (4.610 kcal/kg) foram inferiores aos verificados por Silva et al. (2009) (5.389 kcal/kg) avaliando o farelo de resíduo de goiaba (FRG), em contrapartida o FSG demonstrou valores elevados em relação ao grão de milho (3.901 kcal/kg) avaliado por ROSTAGNO et al. (2017).

Tabela 4. Composição química e energética do farelo de semente de goiaba na matéria natural.

Composição ¹	FSG
Matéria seca, %	89,91
Energia Bruta, kcal/kg	4.610
Proteína bruta, %	10,06
Lisina, %	0,13
Treonina, %	0,19
Metionina, %	0,03
Triptofano, %	0,15
Arginina, %	0,79
Valina, %	0,27
Isoleucina, %	0,24
Leucina, %	0,49
Histidina, %	0,15
Fenilalanina, %	0,28
Tirosina, %	0,29
Alanina, %	0,26
Prolina, %	0,23
Cistina, %	0,08
Serina, %	0,29
Histidina, %	0,15
Ácido glutâmico, %	1,13
Ácido aspártico, %	0,62
Cinzas, %	3,31
Matéria orgânica, %	96,78
Extrato etéreo, %	1,69
Fibra em detergente neutro, %	81,08
Fibra em detergente ácido, %	62,40
Carboidratos totais, %	84,94
Carboidratos não fibrosos, %	3,86
Amido, %	6,50
Celulose, %	37,06
Hemicelulose, %	18,68
Lignina, %	23,57
Tanino, %	0,35

¹Valores expressos com base na matéria natural.

O percentual da matéria seca (89,91%) do FSG foi superior aos estudos avaliando o FRG por Tardocchi et al. (2014) (83,06%), no entanto Silva et al (1999) avaliando a semente de goiaba de duas unidades beneficiadoras encontraram valores aproximados de 91,9 e 93% de MS, portanto pode-se afirmar que os teores de MS foram numericamente superiores na semente em relação ao resíduo (polpa + casca + semente).

De acordo com Souza et al. (2011) as frutas em geral não são fontes potenciais de proteínas, no entanto esse macronutriente encontra-se predominantemente nas cascas e

sementes, a proteína avaliada do FSG foi de 10,06%. Com base nos teores proteicos e energéticos o FSG indica provável potencial do alimento para alimentação de suínos.

Quanto aos constituintes da parede celular do FSG, sejam estes expressos em fibra em detergente neutro (FDN) (81,08%) e fibra em detergente ácido (FDA) (62,40%), o FSG por apresentar elevados teores de FDN possui característica de fibra insolúvel, tendo como principal característica baixa viscosidade e retenção de grandes quantidades de água, interferindo no trato gastrointestinal e aumentando a motilidade intestinal, reduzindo o tempo de trânsito e aumentando a frequência da evacuação por fornecer a massa necessária para a ação peristáltica do intestino (ROBERTO, 2012).

No aparelho digestivo dos suínos estão presente as enzimas digestivas, que não atuam de maneira efetiva sobre a celulose e lignina, pode-se observar que os valores referentes ao FSG (Tabela 4) a celulose (37,06%) esta grande parte da energia do alimento está sob a forma de celulose, porém o aproveitamento pelos suínos é limitado. Segundo Stanogias e Pearce (1985), a hemicelulose para suínos é considerada mais digestível em relação a celulose. Portanto, a susceptibilidade para a hemicelulose na quebra das ligações químicas à acidez gástrica são mais “sensíveis”, de forma que, os produtos desta hidrólise são expostos a digestão (TEIXEIRA, 1995).

Para os valores analisados de aminoácidos (Tabela 4), podem-se observar valores inferiores aos aminoácidos essenciais (lisina, treonina, metionina) em relação ao grão de milho descritos por ROSTAGNO et al., (2017), entretanto foram encontrados valores superiores ao grão de milho para os aminoácidos considerados condicionalmente essenciais (glutamina e arginina), na qual a produção endógena não é capaz de atender as suas necessidades nutricionais para aquela fase específica, como no período de desmame ou de maior desafio sanitário (GOMES E STELLA, 2018).

Os valores de composição diferem-se por diversos fatores como variação do local de produção, variedade do fruto, a proporção de casca, semente e polpa da fruta, estado de maturação, manejo, tratos culturais, nível tecnológico das unidades beneficiadoras na separação das porções do fruto, dentre outros. Considerando os teores proteicos de 10,06% de PB e energéticos de 4.610kcal/kg de EB encontrados na composição química do FSG, o mesmo pode ser utilizado na alimentação de suínos.

Tabela 5. Coeficientes de digestibilidade aparente (CDA), coeficiente de metabolização (CM) da energia bruta, valores digestíveis e nutrientes digestíveis do farelo de semente de goiaba, estudados na fase inicial de leitões.

Coeficientes de digestibilidade ¹ , %	FSG ²
CDMS	85,84
CDMO	81,98
CDPB	83,42
CDEB	87,12
CMEB	85,77
CDFDN	66,01
CDFDA	43,04
Nutrientes digestíveis ³ (%)	MN ⁴
MSD	77,18
MOD	76,79
PBD	8,39
FDND	48,12
FDAD	24,15
ED, kcal/kg	3.275
EM, kcal/kg	3.210
EM:ED	0,98

¹CDMS= coeficiente de digestibilidade da matéria seca; CDMO= coeficiente de digestibilidade da matéria orgânica; CDPB= coeficiente de digestibilidade da proteína bruta; CDEB= coeficiente de digestibilidade da energia bruta; CMEB= coeficiente de metabolização da energia bruta; CDFDN= coeficiente de fibra em detergente neutro; CDFDA= coeficiente de fibra em detergente ácido; ²FSG= Farelo de semente de goiaba; ³MSD= matéria seca digestível; MOD= matéria orgânica digestível; PBD= proteína bruta digestível; ED= energia digestível; EM= energia metabolizável; FDND= fibra em detergente neutro digestível; FDA= fibra em detergente ácido digestível; ⁴Valores expressos com base na matéria natural.

A digestibilidade da MS (Tabela 5) foi inferior em relação ao estudo avaliando a polpa de goiaba (90,9%) para suínos na fase inicial (TARDOCCHI, 2014), os estudos com a utilização de fibras contradizem aos resultados obtidos que o aumento do nível de fibra na dieta tem influência negativa sobre a digestibilidade das matérias seca e orgânica (NOBLET E PEREZ, 1993; LE GOFF E NOBLET, 2001).

Os valores do CDMS (85,84%), em relação aos estudos com fontes fibrosas foram maiores em relação aos descritos por Carvalho et al. (2009), em que avaliando a substituição do milho por níveis de casca de café melosa e ensilada (5; 10 e 15%) obtiveram valores de CDMS de (62,64% e 59,91%). Todavia, foram menores que os valores obtidos por Nepomuceno (2014) avaliando diferentes níveis de fibra em detergente neutro (8,5, 10,5; 12,5, 14,5 e 16,4%), com a média de 94,13 a 99,15% de CDMS. O mesmo foi observado por Silva et al. (2008), avaliando silagem de raiz de mandioca sem inoculantes, e o CDMS foi de 92,57%.

A digestibilidade da PB (83,42%) foi semelhante ao milho (85%), sorgo (85%) e inferior ao milheto (91%), apresentados por Rostagno et al. (2017). Trindade et al. (2004), avaliando o resíduo de polpas de frutas desidratadas, obtiveram valores inferiores de CDPB

(77,55%). Em estudos semelhantes de Shi e Noblet (1993), Piva et al. (1996) e Awati et al. (2006), ao avaliarem efeitos de fontes de polissacarídeos fibrosos fermentáveis, evidenciaram que a polpa de beterraba, a casca de soja e a casca de cevada respectivamente podem agir controlando o excesso de fermentação microbiana, e sobre a proteína no intestino grosso, reduzindo a concentração de excreção de amônia na forma de nitrogênio, intervindo na melhoria dos coeficientes CDPB.

Devido ao elevado teor de FDN presente no FSG, possivelmente ocorreu o consumo elevado dos nutrientes pelos microrganismos, superestimando os valores de digestibilidade dos nutrientes. Fato descrito por Potkins et al. (1991), que afirmam que a fração insolúvel da fibra é digerida no intestino grosso através de sua fermentação total ou parcial, servindo como fonte energética para as bactérias presentes no colón e conseqüentemente produção de AGCC (POTKINS et al., 1991).

A relação EM:ED obtida foi de 0,98% e os coeficientes de digestibilidade e metabolização da EB foram de 87,12 e 85,77%, respectivamente, considerando que o valor de EB do FSM foi de 4.610 kcal/kg de MN. Em pesquisas similares realizados por Castro et al. (2017) e Leal (2018), avaliando níveis do coproduto desidratado de mandioca (CDM) e o resíduo da industrialização da acerola (RIA), respectivamente, os autores obtiveram coeficientes de 73,74% a 84,99% de CDEB e 71,80% a 84,67% de CMEB para o CDM; 28,21% de CDEB e 27,84% de CMEB para o RIA, encontrando relação de EM:ED semelhantes ao obtido no presente estudo.

Esta relação EM:ED pode estar associada à qualidade da proteína, uma vez que proteínas de baixa qualidade, ou em excesso, causam decréscimo na EM, pelo fato de os aminoácidos não utilizados para a síntese proteica serem catabolizados, com a excreção de ureia (NRC, 1998). Para as fases iniciais de crescimento, a maior relação EM:ED decorre das características bioquímicas dos carboidratos presentes no alimento, a presença de açúcares simples (glicose, frutose e lactose) favorece a ação enzimática e o processo digestivo do leitão no período pós-desmame (TRINDADE et al., 2004). Quanto maior a concentração de ureia, maior a excreção de urina, reduzindo a EM.

Para o melhor aproveitamento da EB presente nos alimentos deve-se levar em consideração o teor de fibra, o método pelo qual foi processado, a quantidade de alimento ingerido e fatores ligados ao animal como idade e peso (SANTOS et al., 2016). O alto valor de EB do FSG refletiu no alto teor de CMEB do alimento, possibilitando a digestão facilitada dos demais nutrientes apesar do alto teor de fibra do alimento (OLIVEIRA, 2006). Este valor do CMEB, traduziu-se ainda nos valores maiores da digestibilidade da MS e PB.

Como característica de alimentos fibrosos, os CD da FDN (66,01%) e FDA (43,04%) foram elevados e podem estar relacionados ao aumento da produção de ácidos graxos voláteis, elevando a disponibilidade de substrato fermentativo aos microrganismos (CASTRO E BUDIÑO et al., 2005), devido a isso eles mantêm o pH intestinal ácido, inibindo a proliferação de bactérias patogênicas e formação de substâncias de degradação tóxica (GOULART et al., 2016). Dentre a produção dos ácidos graxos voláteis resultante do processo de fermentação bacteriana da fibra dietética, o aumento da absorção de nutrientes é dado em função da produção de butirato (CASTRO E BUDIÑO et al., 2005; GOMES et al., 2007; LIRA, 2009).

Fachinello et al. (2015), avaliando o farelo da semente de maracujá, encontraram valores dos nutrientes digestíveis para MSD (62,39%), MOD (59,62%), ED (3.974 kcal/kg), EM (3.583kcal/kg), PBD (8%), FDND (17,32%) e CDFDA (25,04%), em contrapartida, foram inferiores aos encontrados no presente estudo. Gomes et al. (2006) concluíram que a inclusão de até 8% de FDN da dieta de suínos em suas diferentes categorias promove adaptação morfológica dos órgãos digestivos, como o aumento do peso dos órgãos.

4.2 Desempenho, parâmetros plasmáticos e ocorrência de diarreia

As médias de temperatura ambiente (°C) e de umidade relativa do ambiente do galpão foram de $24,41 \pm 3,57^{\circ}\text{C}$ e de $96,13 \pm 11,70\%$, respectivamente.

Os erros experimentais da UR, modelada pela ANOVA, apresentaram distribuição normal de probabilidades e homogeneidade de variâncias dos tratamentos ($p > 0,05$). Os valores de probabilidade de significância (p) dos testes de Shapiro-Wilk e de Levene foram: 0,5890 e 0,8150, respectivamente.

Do mesmo modo, os erros experimentais das características PF, CDR, GPD, CA e GLI, e modeladas pela ANCOVA apresentaram distribuição normal de probabilidades e homogeneidade de variâncias dos tratamentos ($p > 0,05$). Os valores de probabilidade de significância (P) dos testes de Shapiro-Wilk e de Levene foram: 0,9969 e 0,0978 (PF), 0,5243 e 0,7820 (CDR), 0,9970 e 0,0751 (GPD), 0,7085 e 0,8272 (CA), 0,6513 e 0,2955 (GLI), respectivamente. Os resultados indicaram que se admite as análises de variância e de covariância, com a finalidade de verificar os efeitos dos fatores incluídos nos modelos estatísticos, permitindo a utilização correta de estatísticas tabeladas dos testes de hipóteses, por meio de testes mais precisos.

Não houve efeito ($P = 0,4816$) dos tratamentos sobre o peso corporal inicial médio dos animais na baía (PCIM). Este resultado indicou que houve independência entre o PCIM e os

tratamentos, ou seja, o PCIM pode ser utilizado como covariável para correção das características. Os valores de média e desvio-padrão do PCIM de acordo com os tratamentos foram: 14,79 e 1,97 (t_1 : 0% de FSG); 14,62 e 2,15 (t_2 : 5% de FSG); 14,38 e 2,20 (t_3 : 10% de FSG) e 14,05 e 2,41 (t_4 : 15% de FSG), respectivamente.

Não houve efeito da covariável PCIM sobre a UR ($P = 0,8264$) e na CA ($P = 0,3322$). Para a UR, posteriormente foi procedida a análise de variância (ANOVA) para verificação dos efeitos dos níveis de tratamento. Tais resultados indicaram que não há necessidade de corrigir os valores médios observados da UR, considerando os valores da covariável PCIM. Para a CA, foi procedida uma ANCOVA com betas heterogêneos, para verificação dos efeitos da covariável e do tratamento.

Os coeficientes de regressão (coeficientes angulares) homogêneos, estimados na ANCOVA a partir dos valores das variáveis dependentes sobre os valores da covariável PCIM, foram de -7,0185 (GLI), 0,0231 (GPD) e 1,3696 (PF).

Os valores dos coeficientes de regressão heterogêneos, obtidos de acordo com o tratamento ou grupo de tratamentos, foram de 0,0023 (t_4 : 15% de FSG) e 0,0586 (t_1 : 0% de FSG; t_2 : 5% de FSG e t_3 : 10% de FSG) para CDR; -0,0721 (t_4) e 0,0421 (t_1 , t_2 e t_3) para CA. Para as variáveis modeladas pela ANCOVA, os valores de coeficiente de regressão de Y sobre X (PCIM) foram utilizados para ajustar as médias observadas dos tratamentos por meio da expressão $\hat{m}_i^* = \bar{Y}_i - \hat{b}(\bar{X}_i - \bar{X})$, em que \hat{m}_i^* = média ajustada para o i-ésimo tratamento; \bar{Y}_i = média não ajustada de Y do i-ésimo tratamento; \hat{b} = coeficiente de regressão linear de cada grupo de tratamento; \bar{X}_i = média de X do i-ésimo tratamento e \bar{X} = média geral para a covariável X (BANZATTO E KRONKA, 2006).

Não foram observados efeitos dos tratamentos sobre o PF ($P = 0,3087$), GPD ($P = 0,2807$) e GLI ($P = 0,1488$) dos leitões. No entanto, observaram efeitos dos tratamentos no CDR ($P = 0,0025$), CA ($P = 0,0058$) e UR ($P = 0,0072$) de leitões (Tabela 6 e Figuras 1 e 2).

Tabela 6. Desempenho e parâmetros sanguíneos de leitões recebendo dietas com níveis crescentes de farelo de semente de goiaba (FSG).

Variável ¹	Níveis de FSG (%)				Equação de regressão	R ²	CV ³ (%)	P ⁴
	0	5	10	15				
PF	23,68	24,19	23,92	24,40	Y=24,03	-	3,15	0,3087
CDR*	0,8343	0,8990	0,9319	0,9030	Y=0,8864+0,0259log(x)	0,8808	8,78	0,0025
CDR*	-	-	-	-	Y=0,9114-0,00077/x	0,8737	-	-
GPD	0,5577	0,5891	0,5731	0,6027	Y=0,5801	-	7,91	0,2807
CA*	1,5005	1,5186	1,6216	1,4994	Y=1,55	-	9,82	0,0058
UR	22,90	26,58	25,02	32,00	Y=22,76+0,5151x	0,7306	19,22	0,0072
GLI	203,23	218,09	186,96	161,73	Y=192,50	-	17,01	0,1488

*Médias ajustadas para o valor médio de peso inicial (14,4723 kg); ¹PF= peso final; CDR= consumo diário de ração; GPD= ganho diário de peso; CA= conversão alimentar; UR= ureia; GLI= glicose, ²R= coeficiente de determinação, ³CV= coeficiente de variação da ANOVA e ANCOVA, ⁴P= valor de P.

Não foi observado efeito dos tratamentos sobre o PF ($P = 0,3087$) em função do aumento da inclusão do FSG na dieta dos animais (Figura 1), em contrapartida Leal (2018), avaliando a inclusão crescente do resíduo de acerola na alimentação de suínos em fase inicial, concluiu que o aumento dos níveis de inclusão na dieta reduziu o PF dos animais.

Pode-se observar que com o aumento dos níveis de FSG proporcionou acréscimo dos valores médios de CDR, indicando que ao nível de 10% de FSG proporciona maior CDR para os leitões em fase inicial (Tabela 6), podendo ser justificado pelo fato da fibra insolúvel apresentar menor tempo de trânsito gastrointestinal, sendo assim, o CDR aumenta para compensar o esvaziamento contínuo do intestino (WENK, 2001; MONTAGNE et al., 2003). Contudo, a partir da equação obtida houve resposta logarítmica e hiperbólica ($P < 0,05$) do CDR (Figura 1), demonstrando que as duas equações podem ser estimadas pelo coeficiente de determinação semelhantes de 88,08% e 87,03%, respectivamente, no entanto a resposta mais confiável é a hiperbólica devido a melhor adequação dos dados.

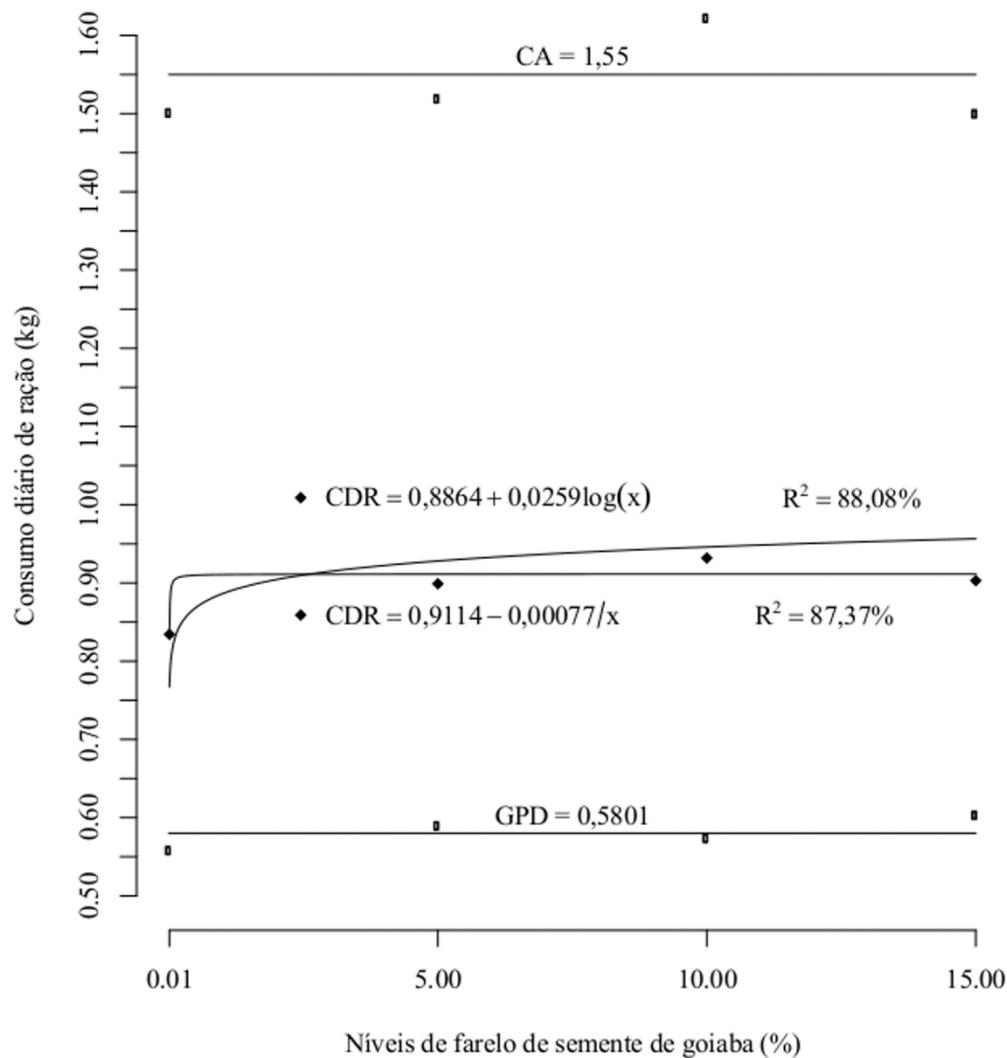


Figura 1. Modelos de regressão de conversão alimentar, consumo diário de ração e ganho diário de peso de suínos em fase inicial em função dos níveis do farelo da semente de goiaba (%).

Budiño et al. (2015), avaliando rações contendo feno de alfafa e frutoligossacarídeos na fase inicial de suínos, evidenciaram resultados semelhantes para CDR. De acordo com Silva et al. (2012) e Zhang et al. (2013), maiores concentrações de fibra na alimentação de suínos pode reduzir significativamente o consumo voluntário do animal, devido ao preenchimento do trato intestinal provocando saciedade, podendo ser justificado o menor CDR ao nível de 15% de FSG (Tabela 6).

Os valores médios corrigidos de GPD foram de 0,5577 (0% de FSG), 0,5891 (5% de FSG), 0,5731 (10% de FSG) e 0,6027 kg (15% de FSG) (Figura 1), portanto não foram verificados efeitos ($P = 0,2807$) dos níveis de inclusão do FSG. Considerando que o ganho de peso dos animais pode ser diretamente influenciado pela ingestão e o aproveitamento dos nutrientes da ração, criou-se a expectativa de que o aumento da fibra na ração associada com a

maior inclusão de FSG pudesse prejudicar os resultados de ganho de peso e a conversão alimentar dos leitões. Resultados avaliando ingredientes derivados de frutas evidenciaram resultados semelhantes, Fachinello et al. (2015) avaliando farelo de semente de maracujá, não observaram diferenças sobre as variáveis de desempenho, de suínos em fase inicial, em até 16% de inclusão nas rações.

Os suínos na fase de terminação, quando alimentados com elevados níveis de fibra dietética, são capazes de manter o GPD em índices adequados devido à sua capacidade de elevação do consumo, como tentativa de manter estável o nível de energia digestível ingerida (BINDELLE et al, 2008).

Foi observado efeito dos tratamentos para CA ($P= 0,3322$) (Tabela 6). Sendo assim, ao nível de 15% de FSG mostrou-se menor CA em relação aos níveis de FSG (5 e 10%) e a ração testemunha (0% de inclusão de FSG). Conforme os ajustes dos modelos preditivos aos dados observados de CA, não foi encontrado um modelo preditivo que melhor se adequasse, apesar de existir efeito significativo de tratamento sobre a CA, sendo assim, foi utilizada a média de CA com 1,55 (Figura 1).

Estudos realizados utilizando resíduos de polpas de frutas desidratadas (0; 25; 50 e 75%) em substituição ao milho nas rações não afetou ($P>0,05$) o ganho de peso, o consumo de ração e a conversão alimentar em suínos na fase inicial (TRINDADE et al., 2004), o mesmo ocorreu em estudos utilizando farelo de arroz integral (0; 10; 20 e 30%) sem que haja o comprometimento no desempenho zootécnico (GOMES et al., 2012). Farias et al. (2008) utilizaram o pseudofruto do cajueiro em dietas para suínos em crescimento e concluíram que o coproduto pode ser incluído em até 20% na ração, sem influenciar o desempenho. Pascoal et al. (2012), utilizando casca de soja, polpa cítrica e celulose purificada em dietas para leitões, afirmaram que a utilização destes produtos não afetou o desempenho produtivo dos animais.

Existe certa disparidade de resultados em relação ao desempenho de leitões alimentados com fontes de fibra nas dietas e isto pode ser por causa das características químicas e físicas de cada fonte e de seu grau de lignificação, além da quantidade de inclusão na ração (BUDIÑO et al., 2015).

A fibra solúvel possui alta capacidade de absorção de água, aumentando a viscosidade da digesta, portanto, o bolo alimentar permanece mais tempo no trato gastrointestinal, reduzindo o contato entre as enzimas digestivas e o substrato, conseqüentemente ocorre a redução da digestibilidade dos nutrientes, reduzindo o consumo voluntário de ração, e para as fibras insolúveis, elas são responsáveis pela redução do tempo de retenção da digesta e a absorção de nutrientes, aumentando a retenção de água (SAKOMURA et al., 2014). A

fermentação total ou parcial da fração fibrosa insolúvel ocorre no intestino grosso, sendo utilizada pelos microrganismos do cólon como fonte de energia, produzindo ácidos graxos de cadeia curta (POTKINS et al., 1991).

A capacidade dos suínos em utilizar rações contendo fibra dietética aumenta consideravelmente à medida que o animal se desenvolve por causa do tamanho maior do trato gastrointestinal, em especial do intestino grosso, e conseqüentemente em virtude da população microbiana maior (bactérias celulolíticas) encontradas no ceco (PASCOAL et al., 2012).

De acordo com Frank et al. (2007), a fibra pode reduzir a digestibilidade dos demais nutrientes da dieta. Apesar da inclusão do FSG elevar o nível de fibra insolúvel da ração, não houve prejuízo no desempenho dos animais, sendo assim, a utilização na alimentação de suínos em fase inicial, pode ser empregada em até 15% de inclusão sem comprometer o desempenho dos animais.

O metabolismo proteico dos animais pode ser avaliado pelas concentrações sanguíneas de ureia, já o metabolismo energético é avaliado pelas concentrações de glicose sanguínea (GONZALEZ, 2003). Para as análises dos parâmetros plasmáticos, pode-se inferir que os níveis de inclusão do FSG não influenciaram a GLI ($P = 0,1488$), no entanto os níveis de inclusão do FSG estudados influenciaram a UR ($P = 0,0072$) de leitões (Tabela 6 e Figuras 2).

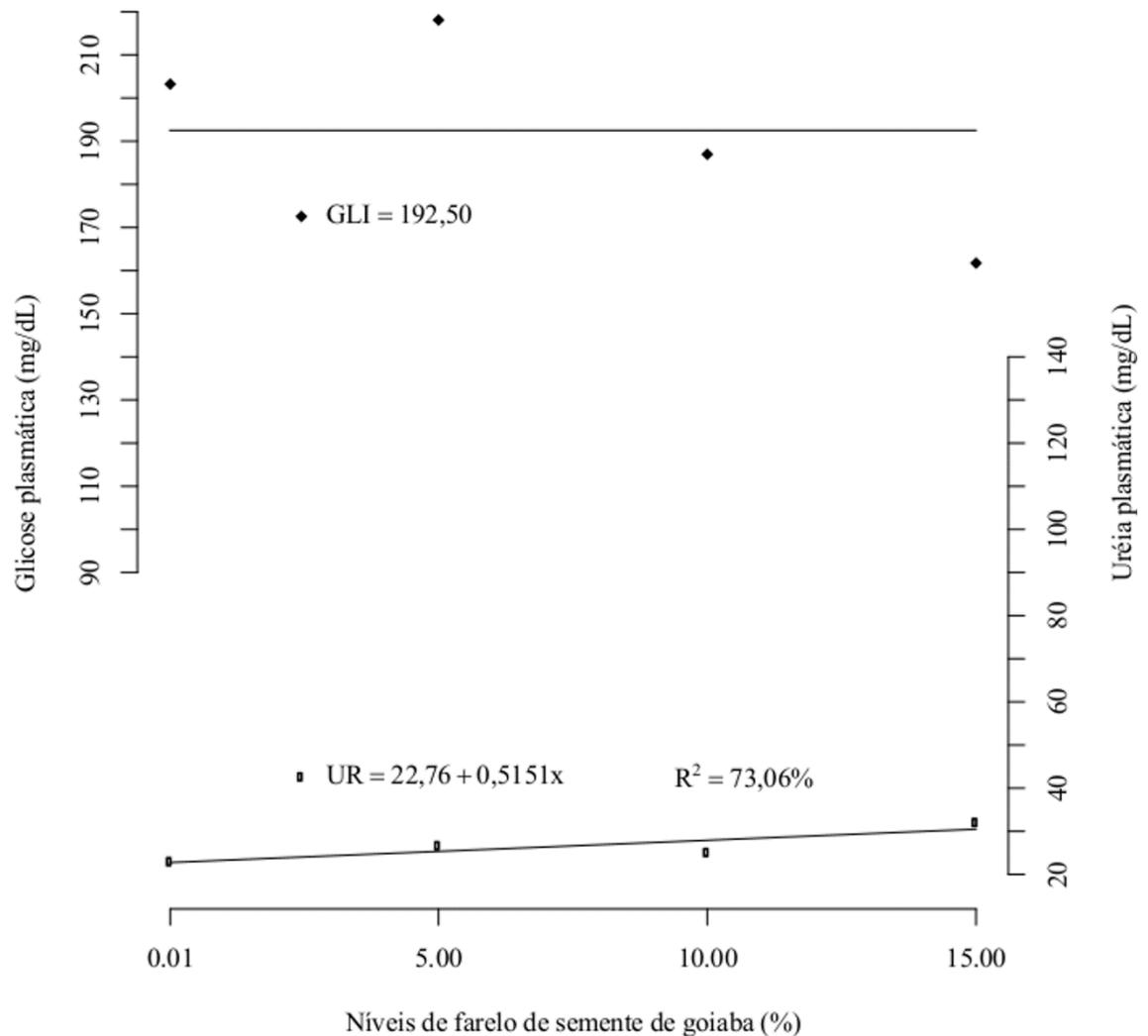


Figura 2. Modelos de regressão dos parâmetros plasmáticos de glicose e ureia plasmática de suínos em fase inicial em função dos níveis do farelo da semente de goiaba (%).

Os níveis de referência de UR e GLI estipulados para mamíferos estão em torno de 15 a 45 mg/dL e 60 a 110 mg/dL, respectivamente (RESENDE et al., 2009). Pode-se observar que os valores de UR estão dentro dos níveis de referências estipulados, no entanto, para GLI demonstrou valores superiores aos estipulados para mamíferos, mesmo com as dietas formuladas para atender às exigências da fase.

A avaliação do nitrogênio plasmático indica o que foi aproveitado dos aminoácidos dietéticos pelos animais, a melhor utilização de nitrogênio para a deposição de proteína nos tecidos, melhorando o perfil de aminoácidos depende da concentração de UR (PEDERSEN E BOISEN, 2001). Dessa forma, foi verificado efeito linear crescente ($P < 0,05$) da UR, em função do aumento do FSG nas rações (Figura 2), ocorre acréscimo médio estimado de 0,5151 mg/dL na UR, e pode ser explicado pelo tratamento com 15% de inclusão de FSG que demonstrou ser

superior ao tratamento RR, podendo estar relacionado ao aumento do consumo de ração, consequentemente a ingestão de proteína é aumentada, portanto a concentração da UR interfere na condição nutricional do animal, como também a qualidade da proteína fornecida (WEI E ZIMMERMAN, 2003).

A glicose não apresentou efeito significativo ($P = 0,1488$), o metabolismo da glicose pode ser influenciado pelas características da dieta, ou seja, dietas ricas em grãos tendem a ter melhor digestão de carboidratos não estruturais, como amido, no intestino delgado e maior aporte de glicose sanguínea, enquanto dietas ricas em fibra produzem maior conversão dos carboidratos estruturais em ácidos graxos voláteis no ceco e cólon (LÓPEZ E STUMPF JR., 2000). Castro et al. (2017), avaliando o CDM, não observaram efeitos dos níveis crescentes para GLI, o mesmo foi verificado por Leal (2018) avaliando o RIA, na alimentação de leitões durante a fase inicial.

Para avaliação da ocorrência e frequência de diarreia na análise do tipo III, houve efeito dos tratamentos no EMD ($P=0,0173$) e no IMD ($P=0,0258$). Os modelos ajustados de regressão de *Poisson* e de regressão logística dos valores médios de EMD e IMD, respectivamente, em função dos níveis de FSG foram $\ln(\mu) = -0,7806 - 0,0682x$ (EMD) e $\mu = 0,1260 - 0,0090x$ (IMD) (Figura 3).

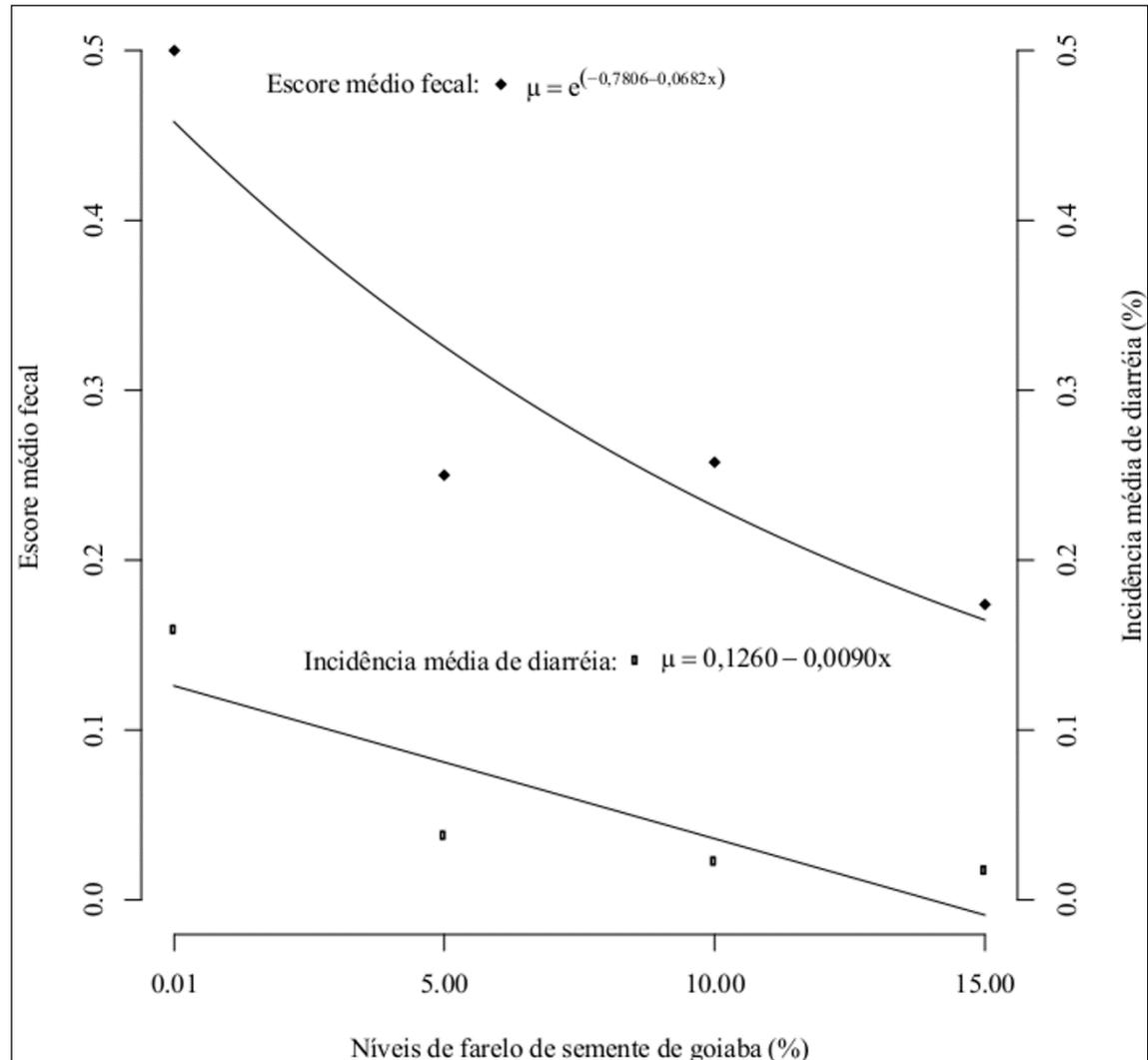


Figura 3. Modelos de regressão dos parâmetros de ocorrência e frequência de diarreia de suínos em fase inicial em função dos níveis do farelo da semente de goiaba (%).

Foram observados efeito dos níveis de FSG sobre o EMD ($P=0,0173$), pode-se observar que quanto maior o nível de inclusão de FSG obteve-se o maior escore de diarreia, da mesma forma foi observado para o IMC ($p=0,0258$), sendo assim, ao nível de 15% de FSG o EMD e IMC foi melhor em relação ao tratamento RR. A utilização da fibra dietética pode promover a saúde intestinal aos leitões, demonstrando efeitos positivos sobre a redução na ocorrência de diarreia pós-desmame, reforçando a microbiota comensal no intestino grosso devido aos produtos finais da fermentação.

De acordo com Mateos et al. (2006) e Hanczakowska et al. (2007), relataram a redução na incidência de diarreia em leitões alimentados com dietas contendo 2% de casca de aveia e celulose purificada, respectivamente.

5. CONCLUSÃO

Os valores de ED, EM e PB para farelo da semente de goiaba são 3275 kcal/kg, 3210 kcal/kg e 10,06% de matéria natural, respectivamente.

Os resultados sugerem que é possível utilizar até 15% o farelo de semente de goiaba nas dietas de leitões na fase inicial, o aumento dos níveis de FSG na dieta promoveram aumentos dos níveis de fibra insolúvel e aumento do consumo diário de ração.

Suínos alimentados com maiores níveis de FSG apresentam maior nível de ureia sanguínea e maior degradação da proteína dietética, sem, no entanto, interferir no desempenho. Não há mudanças importantes no metabolismo energético dos suínos com o aumento dos níveis de FSG dietético sobre a glicose, pois a contribuição do amido é baixa.

6. REFERÊNCIAS

- AMADOR, A.S. **Uso de extrato de goiaba (*Psidium guajava* L.) na prevenção da oxidação da carne de frango.** 2015, 69f. Dissertação (Mestrado em Ciências Animais) - Universidade de Brasília- Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis.** 16. ed., Arlington: AOAC Internacional, 1990. p.1025.
- ARGENZIO, R.A. Motilidade gastrintestinal. In: SWENSON, M.J. (Ed.) **Fisiologia dos animais domésticos.** 13.ed., Rio de Janeiro: Guanabara, 1988. p.243-252.
- BACH KNUDSEN, .K.E. The nutritional significance of “dietary fibre” analyses. **Animal Feed Science and Technology**, v.90, n.1-2, p.3-20, 2001.
- BANZATTO, D.A.; KRONKA, S.N. **Experimentação agrícola.** 4. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2006. 237p.
- BELL, J.M.; KEITH, M.O. Factors affecting the digestibility by pigs of energy and protein in wheat, barley and sorghum diets supplemented with canola meal. **Animal Feed Science and Technology**, v.24, n.3-4, p.253-265, 1989.
- BINDELLE, J.; LETERME, P.; BULDGEN, A. Nutritional and environmental consequences of dietary fibre in pig nutrition: a review. **Biotechnology Agronomy Society and Environment**, v.12, n.1, p.69-80, 2008.
- BUDIÑO, F.E.L.; PREZZI, J.A.; RODRIGUES, D.J. et al. Desempenho e digestibilidade de leitões alimentados com rações contendo feno de alfafa e frutoligossacarídeo na fase inicial. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal.** v.16, n.4, p.796-810, 2015.
- CARNEIRO, M.S.C.; LORDELLO, M.M.; CUNHA, L.F. et al. Effects of dietary fibre source and enzyme supplementation on fecal apparent digestibility, short chain fatty acid production and activity of bacterial enzymes in the gut of piglet. **Animal Feed Science and Technology**, v.146, p.124-136, 2008.
- CARVALHO, L.E.; WATANABE, P.H.; RIBEIRO, J.C. et al. Níveis de farelo de coco em rações para leitões na fase de creche. **Archivos de Zootecnia**, v.63, n. 242, p.295-303, 2014.
- CARVALHO, P. L. O.; MOREIRA, I.; PAIANO, D. et al. Casca de café melosa ensilada na alimentação de suínos na fase inicial. **Ciência Agrotecnologia**, Lavras, v.33 n.5, p.1400-1407, 2009.
- CASTRO, D.E.S.; CARVALHO, P.L.O.; OLIVEIRA, N.T.E. et al. **Coproduto desidratado de mandioca na alimentação de leitões na fase inicial.** Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v.38, n.4, p.2775-2788, 2017.
- CASTRO, J.F. G.; BUDINO, F.E.L. Fibra na alimentação de suínos. **Boletim de Indústria Animal**, v. 63, p. 265–280, 2005.

- CHAMONE, J.M.A. **Resíduo de bolacha em rações para suínos na fase de terminação**. 2011. 85f. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) - Universidade Estadual de Montes Claros, Montes Claros.
- CLOSE, W.H. Fibrous diets for pigs. **Pig News Inform.** v.15, p.65, 1994.
- CONTE, A.J.; TEIXEIRA, A.S.; BERTECHINI, S.G. et al. Efeito da fitase e xilanase sobre a energia metabolizável do farelo de arroz integral em frangos de corte. **Ciência Agrotécnica**, v.26, n.6, p.1289-1296, 2002.
- CUMMINGS, J. H.; STEPHEN, A. M. Carbohydrate terminology and classification. **European Journal of Clinical Nutrition**, v.61, n.1, p.5-18, 2007.
- DIERICK, N.A.; VERVAEKE, I.J.; DEMEYER, D.I. et al. Approach to the energetic importance of bredigestion in pigs. Importance of fermentation in the overall energy supply. **Animal Feed Science and Technology**, v.23, n. 1-3, p.141-147, 1989.
- FACHINELLO, M. R. POZZA, P.C; MOREIRA, I. et al. Effect of passion fruit seed meal on growt performance, carcass, and blood characteristics in stater pigs. **Tropical Animal Health Production**, v.47, n.7, p.1397-1407, 2015.
- FARIAS, L.A.; LOPES, J.B.; FIGUEIRÊDO, A.V. et al. Pseudofruto do cajueiro (*Anacardium occidentale L.*) para suínos em crescimento: Metabolismo de nutrientes e desempenho. **Ciencia Animal Brasileira**, v.9, n.1, p.100-109, 2008.
- FERREIRA, A.J.P.; PIZARRO, L.D.C.R.; LEME, I.L. Probióticos e prebióticos. In: Spinosa, H.S.; GORNIK, S.L.; BERNARDI, M.M. (Ed.) **Farmacologia aplicada à medicina veterinária**. 6.ed. Rio de Janeiro: Guanabara, v.3, 2002. p.574-578.
- FORTES, B.D.; CAFE M.B.; STRINGUINI J.H. et al. Avaliação de programas nutricionais com a utilização de carboidrases e fitase em rações de frangos de corte. **Ciência Animal Brasileira**, v.13, n.1, p.24-32, 2012.
- FREIRE, J.P.B.; GUERREIRO, L.F.; CUNHA, A.A. Effect of dietary fiber source on total tract digestibility, cecum volatile fatty acids and digestive transit time in the weaned piglet. **Animal Feed Science Technology**, v.87, n.2, p.71-83, 2000.
- FURLAN, A.C.; MANTOVANI, C.; MURAKAMI, A.E. et al. Utilização de farelo de girassol na alimentação de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.1, p.158-164, 2001.
- GOIABRAS. (2003). **Associação Brasileira dos Produtores de Goiaba**. Disponível em: <<http://www.goiabras.org.br/>> Acesso em: 18/11/2018.
- GOMES, J.D.F.; PUTRINO, S.M.; GROSSKLAUS, C. et al. Efeitos o incremento de fibra dietética sobre a digestibilidade, desempenho e características de carcaça: suínos em crescimento e terminação. **Semina: Ciências Agrárias**, v.28, n.3, p.483-492, 2007.
- GOMES, T.R.; CARVALHO, L.E.; FREITAS, E.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, p.189-196, 2012.

- GOMES, K.B; STELLA, A.L. Arginina na nutrição de leitões. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.15, n.1, p. 8081-80, 2018.
- GOMES-FILHO, A.; OLIVEIRA, J.G.; VIANA, A.P. et al. Marcadores moleculares RAPD e descritores morfológicos na avaliação da diversidade genética de goiabeiras (*Psidium guajava* L.). **Acta Scientiarum**. v.32, n.4, p.627–633, 2010.
- GOULART, F.R.; ADORIM, T.J.; MOMBACH, P.I. et al. Importância da fibra alimentar na nutrição de animais não ruminantes. **Revista de Ciência e Inovação**, v.1, n.1, p.141-154, 2016.
- HAIDA, K.S.; BARON, Â.; HAIDA, K.S.; et al. Compostos fenólicos totais e atividade antioxidante de duas variedades de goiaba e arruda. **Revista Brasileira Ciência Saúde**, v.9, n.28, 2011.
- HAN, Y.K; HAN, K.Y.; LEE, J.H. Effects of insoluble dietary fiber supplementation on the performance and digestibility of weaning pigs. **Journal of Animal Science and Technology**, v.47, n.4, p.565-572, 2005.
- HANCZAKOWSKA, E.; WIYTKIEWICZ, M.; SZEWCZYK, A. Effect of dietary nettle extract on pig meat quality. **Medycyna Weterynaryjna**, v.63, n.5, p.525-527, 2007.
- HEDEMANN, M.S.; ESKILDSEN, M.; LARKE, H.N. et al. Intestinal morphology and enzymatic activity in newly weaned pigs fed contrasting fiber concentrations and fiber properties. **Journal of Animal Science and Technology**, v.84, n.6, p.1375-1386, 2006.
- HETLAND, H.; CHOCT, M.; SVIHUS, B. Role of insoluble non-starch polysaccharides in poultry nutrition. **World's Poultry Science Journal**, v.60, n.4, p.415-422, 2004.
- HOGBERG, A.; LINDBERG, J.E. Influence of cereal non-starch polysaccharides and enzyme supplementation on digestion site and gut environment in weaned piglets. **Animal Feed Science and Technology**, v.116, n.1, p.113-128, 2004.
- JOHNSTON, L.J.; NOLL, S.; RENTERIA, A.; SHURSON, J. Feeding by-products high in concentration of fiber to non ruminants. In: NATIONAL SYMPOSIUM ON ALTERNATIVE FEEDS FOR LIVESTOCK AND POULTRY, Kansas. **Anais...** Kansas City, v. 3, 2003. p.169-186.
- JOSEPH, B.; PRIYA, R. Review on nutritional, medicinal and pharmacological properties of guava (*Psidium guajava* L.) **International Journal of Pharma and Bio Sciences**, v.1, n.2, p.53-69, 2011.
- JÚNIOR, J.E.L.; COSTA, J.M.C.; NEIVA, J.N.M et al. Caracterização físico-química de subprodutos obtidos do processamento de frutas tropicais visando seu aproveitamento na alimentação animal. **Revista Ciência Agronômica** v.37, n.1, p.70-76, 2006.
- KASS, M.L.; VAN SOEST, P.J.; POND, W.G. Utilization of dietary fiber from alfafa by growing swine. Apparent digestibility of diet components in specific segments of the gastrointestinal tract. **Journal of Animal Science**, v.50, n.1, p.175-191, 1980.

- KING, R.H.; TAVERNER, M.R. Prediction of the digestible energy in pig diets from analyses of fiber contents. **Animal Production**, v.21, n.3, p.275-284, 1975.
- LASSITER, J.M.; EDWARDS JR, H.M. **Animal nutrition**. Virginia: Reston Publishing Company, 1982.
- LE GOFF, G.; NOBLET, J. Comparative total tract digestibility of dietary energy and nutrients in growing pigs and adult sows. **Journal of Animal Science**, v.79, n.9, p.2418-2427, 2001.
- LEAL, F.I. **Resíduo seco da industrialização da acerola na alimentação de suínos na fase inicial**. 2018. 47f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Candido Rondon.
- LIMA DE SÁ, A.K. **Digestibilidade nutricional e energética do resíduo de goiaba e do feno de moringa oleífera para suínos em crescimento**. 2018, 57f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal Rural de Pernambuco –Recife.
- LEHNINGER, A. L.; NELSON, D. L.; COX, M. M. **Princípios de Bioquímica**. 6 ed. Porto Alegre: **Artmed**, 2014.
- LINDBERG, J.E. Fiber effects in nutrition and gut health in pigs. **Journal of Animal Science and Biotechnology**, v.5, n.1, p.15, 2014.
- LIRA, R.C.; RABELLO, C.B.V; FERREIRA, P.V. et al. Inclusion of guava wastes in feed for broiler chickens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.12, p.2401-2407, 2009.
- LONGLAND, A.C.; CARRUTHERS, J.; LOW, A. G. The ability of piglets 4 to 8 weeks old to digest and perform on diets containing two contrasting sources of non-starch polysaccharide. **Animal Production**, v.58, n.2, p.405-410, 1994.
- LÓPEZ, J.; STUMPF, J.R.W. Influência do Grão de Sorgo como Fonte de Amido em Ovinos Alimentados com Feno. Parâmetros Plasmáticos. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.29, n.4, p.1183-1190, 2000.
- LOUSADA JÚNIOR, E.; COSTA, J.M.C.; NEIVA, J.N.M. et al. Caracterização físico-química de subprodutos obtidos do processamento de frutas tropicais visando seu aproveitamento na alimentação animal. **Revista Ciência Agronômica**, v.37, n.1, p.70 -76, 2006.
- MALACRIDA, C.R.; JORGE, N Fatty acid and some antioxidant compounds of *Psidium guajava* seed oil. **Acta Alimentaria**, v.42, n. 3, p.371-78, 2013.
- MARCATO, S.M.; LIMA, G.J.M. Efeito da restrição alimentar como redutor do poder poluente dos dejetos de suínos. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.34, n.3, p.855-863, 2005.
- MARTIN, A. Industrialização da goiaba. **Boletim do Centro Tropical de Pesquisa de Alimentos**, v.12, p.37-54, 1967.
- MATEOS, G.G.; MARTIN, F.; LATORRE, M.A. et al. Inclusion of oat hulls in diets for young pigs based on cooked maize or cooked rice. **Journal of Animal Science**, v.82, n.2 p.57-63, 2006.

- MATTERSON, L.D.; POTTER, L.M.; STUTZ, M.W. et al. The metabolizable energy of feed ingredients for chickens. **Research Report Connecticut Agricultural Experiment Station**, v.7, n.1, p.11-14, 1965.
- MOLIST, F.; SEGURA, A.G.; GASA, J. et al. Effects of the insoluble and soluble dietary fibre on the physicochemical properties of digesta and microbial activity in early weaned piglets. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v.149, n.3-4, p.346-353, 2009.
- 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.
- MORGADO, E.; GALZERANO, L. Fibra na nutrição de animais com fermentação no intestino grosso. **Revista Eletrônica de Veterinária**, v. 10, n. 7, p. 1- 13, 2009.
- MOURINHO, F.L. **Avaliação nutricional da casca de soja com ou sem adição de complexo enzimático para leitões na fase de creche**. 2006. 55f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá.
- NASCIMENTO, R.J.; ARAÚJO, C.R.; MELO, E. A. Atividade antioxidante de extratos de resíduo agroindustrial de goiaba (*Psidium guajava L.*) **Alimentos e Nutrição**, v.21, n.2, p.209–216, 2010.
- NEIVA, J.N.M. Avaliação do valor nutritivo de silagens de capim elefante, (*Pennisetum purpureum*) com diferentes níveis de subproduto da goiaba. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 2002, Recife. **Anais...** Recife: Sociedade Brasileira de Zootecnia, [2002]. (CD-ROM).
- NEPOMUCENO, R. C. **Níveis de fibra em detergente neutro em rações para leitões na fase de creche**. 2014. 117 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Ceará.
- NOBLET, J; PEREZ, J.M. Prediction of digestibility of nutrients and energy values of pig diets from chemical analysis. **Journal of Animal Science**, v.71, n.12, p.3389-3398, 1993.
- NOGUEIRA, J.R., F.G. **Efeito residual da inclusão da raspa integral de mandioca em dietas secas ou úmidas no período de creche sobre o desempenho posterior de suínos**. 2007. 98f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.
- NOLETO, A.R. **Extrato padronizado em compostos fenólicos de resíduos agroindustriais de goiaba em rações para frango**. 2018. 144f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia.
- OLIVEIRA, R.A.G.; LIMA, E.O.; VIEIRA, W.L. et al. Estudo da interferência de óleos essenciais sobre a atividade de alguns antibióticos usados na clínica. **Revista Brasileira. Fármaco**, v.16, n.1, p.77-82, 2006.

- OLIVEIRA, T.E.S. **Efeito da Inclusão de raspa integral de mandioca e formas de arraçamento sobre o desempenho de leitões na fase inicial**. 2005. 60f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.
- ORDOÑEZ-PEREDA, J. A. Carboidratos. In: **Tecnologia dos alimentos: componentes dos alimentos e processos**. v.1. São Paulo: Artmed, 2005. p. 63-79.
- OWUSU-ASIEDU, A.; PATIENCE, J. F.; LAARFELD, B.; et al. Effects of guar gum and cellulose on digesta passage rate, ileal microbial populations, energy and protein digestibility, and performance of grower pigs. **Journal of Animal Science**, v.84, n.8, p.843-852, 2006.
- PACKER, V.G.; SELANI, M.M; SPADA, F.P. et al. Addition of beet and Guava agroindustrial residues in cooked and refrigerated chicken meat and its effect on lipid oxidation. In: INTERNATIONAL CONFERENCE IN FOOD INNOVATION, **Anais...** p. 1-4, 2010.
- PALHARINI, M.C.A.; JACOMINO, A.P. Processamento mínimo de goiaba. **Pesquisa e Tecnologia**, v.8, n.2, 2011.
- PASCOAL, L.A.F.; THOMAZ, M.C.; WATANABE, P.H. et al. Fiber sources in diets for newly weaned piglets. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.3, p.636-642, 2012.
- PEDERSEN, C.; BOISEN, S. Studies on the response time for plasma urea nitrogen as a rapid measure for dietary protein quality in pigs. **Acta Agriculturae Scandinavica**, v.51, n.4, p.209-216, 2001.
- PEKAS, J.C. Versatile swine laboratory apparatus for physiologic and metabolic studies. **Journal of Animal Science**, v.2, n.5, p.1303-1306, 1968.
- PEREIRA, F.M. **Cultura da goiabeira**. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, 2010. 186p.
- PETTIGREW, J. E. Ingredientes alimentares que melhoram a saúde. **Pork world**, v. 46, n.2, p. 280-284, 2008.
- PIVA, A., PANCIROLI, A.; MEOLA, E. et al. Lactitolenhances short-chain fatty acid and gas production by swinececal microflora to a greater extent when fermenting low rather than high fiber diets. **Journal of Nutrition**, v.126, n.1, p.280-289, 1996.
- POTKINS, Z. V.; LAWRENCE, T. L. J.; THOMLINSON, J. R. Effects of structural and non-structural polysaccharides in the diet of the growing pig on gastric emptying rate and rate of passage of digesta to the terminal ileum and through the total gastrointestinal tract. **British Journal of Nutrition** v.65, n.3, p.391-413, 1991.
- PRASAD, N.B.L.; AZEEMODDIN, G. Characteristics and composition of guava (*Psidium guajava* L.) seed and oil. **Journal of the American Oil Chemistry Society**, v.71, n.4, p.457-458, 1994.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2013. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, Disponível em <http://www.R-project.org/> [Acesso em 20/11/2018].

- RAMOS, G.F. **Farelo de abacaxi como fonte de fibra a alimentação de leitões desmamados.** 2015. 66f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Animal) – Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira.
- REETZ, E.R.; KIST, B.B.; SANTOS, C.E. et al. **Anuário brasileiro de fruticultura.** Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2015. 104p.
- RESENDE, H.M.L.; VIANA, G.L.; VIDIGAL, G.P. et al. 2009. **Protocolos clínicos dos exames laboratoriais.** Secretaria de Estado de Saúde de Minas Gerais Universidade Federal de Minas Gerais Disponível em: http://www.uberaba.mg.gov.br/portal/acervo/saude/arquivos/oficina_10/protocolos_exames_laboratoriais.pdf [Acesso em 20/11/2018].
- RIBEIRO, J. C. **Utilização de farelo de coco em dietas para leitões na creche.** 2009. 87f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.
- RISSO, E. M.; FARFÁN, J.A. Modificações na metodologia para determinação de aminoácidos por HPLC como derivados do PITC. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CROMATOGRÁFIA E TÉCNICAS RELACIONADAS (SIMCRO), 2., 2006, São Paulo. **Anais...** São Pedro: São Paulo, v.1, 2006. p.1-1.
- ROBERTO, S.B. **Resíduo de goiaba: Metabolismo em ratos e aplicabilidade em barra de cereais.** 2012, 163f. Dissertação (Mestrado em ciência e tecnologia dos alimentos), Universidade Federal de Santa Maria- Rio Grande do Sul.
- ROIZEN, M. F.; PUMA, J.L. **A dieta da idade verdadeira.** Rio de Janeiro: Campus, 2001. 328p.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, F.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais de aves e suínos.** 4ª edição, Viçosa, MG: UFV, 2017, p.252.
- ROZANE, D.E.; OLIVEIRA, D.A; LIRIO, V.S. Importância econômica da cultura da goiabeira. **Cultura da goiabeira: tecnologia e mercado.** Viçosa: UFV-EJA, p.1-20, 2003.
- SAKOMURA, N. K.; SILVA, J.H.V.; COSTA, F.G.P. et al. **Nutrição de Não Ruminantes.** Jaboticabal Funep, 2014, p.678.
- SAKOMURA, N.K.; ROSTAGNO, H.S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos.** Jaboticabal: Funep, 2016, p.262.
- SANTOS, S.L; MASCARENHAS, G.A; OLIVEIRA, F.H. Fisiologia digestiva e nutrição pós desmame em leitões Acidificantes, enzimas, prebióticos, probióticos, produtos lácteos. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 13, n. 1, p. 4570-4584, 2016.
- SAS® UNIVERSITY EDITION – **Statistical Analysis System** – SAS/University Edition, SAS Institute Inc.
- SERENA, A.; HEDEMANN, M.S.; BACH KNUDSEN, K.E. Influence of dietary fiber on luminal environment and morphology in the small and large intestine of sows. **Journal Animal Science**, v.86, n.9, p.2217–2227, 2008.

- SHI, X. S.; NOBLET, J. Contribution of the hindgut to digestion of diets in growing pigs and adult sows: Effect of diet composition. **Livestock Production Science**, v.34, n.3-4, p.237-252, 1993.
- SILVA, D.S. **Estabilidade de suco tropical de goiaba (*Psidium guajava* L.) não-adoçado obtido pelos processos de enchimento a quente e asséptico**. 2007. 98f. (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.
- SILVA, E.P.; RABELLO, C.B.V.; JÚNIOR, W.M.D. et al. Análise econômica da inclusão dos resíduos de goiaba e tomate na ração de poedeiras comerciais. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.10, n.4, p.774-785, 2009.
- SILVA, J.D.A. **Composição química e digestibilidade in situ da semente de goiaba (*Psidium guajava* L.)**. 1999. 34f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.
- SILVA, M. A. A.; FURLAN, A.C.; MOREIRA, I. et al. Nutritional evaluation of cassava root silage with or without whole soybean for nursery piglets. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.8, p.1441-1449, 2008.
- SILVA, E.P.; SILVA, D.A.T.; RABELLO, C.B.V. et al. Composição físico-química e valores energéticos dos resíduos de goiaba e tomate para frangos de corte de crescimento lento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.6, p.1051-1058, 2009.
- SINDIRAÇÕES. **Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal**. São Paulo, 2013.
- SMITS, C.H.M.; ANNISON, G. Non starch plant polysaccharides in broiler nutrition towards a physiology valid approach to their determination. **World's Poultry Science Journal**, v.52, n.2, p.203-221, 1996.
- SNIFFEN, C.J. O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, n.10, p.3562-3577, 1992.
- SOUSA, M.S.B.; VIEIRA, L.M.; SILVA, M.J.M. et al. Nutritional characterization and antioxidant compounds in pulp residues of tropical fruits. **Ciência Agrotecnológica**, v.35, n.3, p.554-5594, 2011.
- STANOGLIAS, G.; PEARCE, G. R. The digestion of fiber by pigs. The effects of amount and type of fiber on apparent digestibility, nitrogen balance and rate of passage. **British Journal Nutrition**, London, v.53, n.3, p.513-530, 1985.
- TARDOCCHI, C.F.T.; SOARES, R.T.R.N.; BONAPARTE, T.P. et al. Digestibilidade de resíduos agroindustriais para suínos na fase inicial. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.11, n. 6, p.3770-3780, 2014.
- TAVERNARI, F.C.; CARVALHO, T.A.; ASSIS, A.P. et al. Polissacarídeos não amiláceo solúvel na dieta de suínos e aves. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.5, n.5, p.673-689, 2008.

- TEIXEIRA, E. W. Utilização de alimentos fibrosos pelos suínos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.1, p.19-27, 1995.
- TRINDADE, N.M.A.; PETELINCAR, I.M.; BERTO, D.A. et al. Powdered fruits pulp residue in the piglets feeding in the nursery phase. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.33, n.5, p.1254-1262, 2004.
- TUNGLAND B.C.; MEYER D. Nondigestible oligo- and polysaccharides (dietary fiber): their physiology and role in human health and food. **Comprehensive Reviews Food Science Food Safety**. v.1, n.3, p.73-92, 2002.
- UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO – USP. Faculdade de Ciências Farmacêuticas. Departamento de Alimentos e Nutrição Experimental. 1998. **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos**. Versão 5.0. Disponível em: <<http://www.fcf.usp.br/tabela>> Acesso em: 20/11/2018.
- URRIOLA, P. E.; JOHNSTON, L. J.; STEIN, H. H. et al. Prediction of the concentration of standardized ileal digestible amino acids in distillers dried grains with solubles. **Journal of Animal Science**, v. 91, n. 9, p. 4389–4396, 2013.
- VAREL, V.H.; YEN, J.T. Microbial perspective on fiber utilization by swine. **Journal of Animal Science**, v.75, n.10, p.2715-2722, 1997.
- WEI, R.; ZIMMERMAN, D.R. An evaluation of the NRC (1998) growth model in estimating lysine requirements of barrows with a lean growth rate of 348 g/d. **Journal Animal Science**, v.81, n.7, p.1772-1780, 2003.
- 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.
- WILLIAMS, B.A.; VERSTEGEN, M.W.A.; TAMMINGA, S. Fermentation in the large intestine of single-stomached animals and its relationship to animal health. **Nutrition Research Review**, v.14, n.2, p.207-227, 2001.
- WOJDYLO, A.; OSZMIAŃSKI, J.; CZEMERYYS, R. Antioxidant activity and phenolic compounds in 32 selected herbs. **Food Chemistry**, v.105, n.3, p.940-949, 2007.
- ZHANG, W.; DEFA, L.; LING, L. et al. The effects of dietary fiber level on nutrient digestibility in growing pigs. **Journal of Animal Science and Biotechnology**, Beijing, v.4, n.1, p.1-17, 2013.