

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**FARELO DE ACEROLA EM PROGRAMA DE RESTRIÇÃO
ALIMENTAR PARA SUÍNOS PESADOS**

Fabício Rogerio Castelin

Zootecnista

2015

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**FARELO DE ACEROLA EM PROGRAMA DE RESTRIÇÃO
ALIMENTAR PARA SUÍNOS PESADOS**

Fabício Rogerio Castelini

**Orientadora: Profa. Dra. Maria Cristina Thomaz
Co- Orientador: Prof. Dr. Urbano dos Santos Ruiz**

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Doutor em Zootecnia.

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA**

CAMPUS DE JABOTICABAL

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS DE JABOTICABAL

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

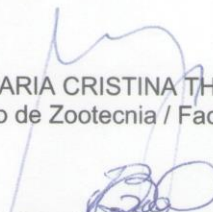
TÍTULO: FARELO DE ACEROLA EM PROGRAMA DE RESTRIÇÃO ALIMENTAR PARA SUÍNOS PESADOS

AUTOR: FABRICIO ROGERIO CASTELINI

ORIENTADORA: Profa. Dra. MARIA CRISTINA THOMAZ

CO-ORIENTADOR: Prof. Dr. URBANO DOS SANTOS RUIZ

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de DOUTOR EM ZOOTECNIA, pela Comissão Examinadora:



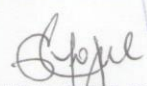
Profa. Dra. MARIA CRISTINA THOMAZ

Departamento de Zootecnia / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal



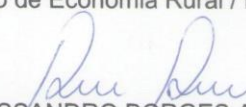
Profa. Dra. JANE MARIA BERTOCCO EZEQUIEL

Departamento de Zootecnia / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal



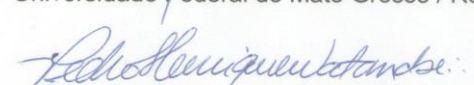
Profa. Dra. MARIA INEZ ESPAGNOLI GERALDO MARTINS

Departamento de Economia Rural / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal



Prof. Dr. ALESSANDRO BORGES AMORIM

Universidade Federal de Mato Grosso / Rondonópolis/MT



Prof. Dr. PEDRO HENRIQUE WATANABE

Universidade Federal do Ceará / Fortaleza/CE

Data da realização: 24 de fevereiro de 2015.

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Fabício Rogerio Castelini - nascido em 29 de outubro de 1983, na cidade de Tanabi-SP, filho de Nelson Castelini Filho e Albertina Maria Poloto Castelini, ingressou no curso de Zootecnia da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul / UEMS em fevereiro de 2004 e graduou-se em fevereiro de 2009. No mesmo ano iniciou o curso de Mestrado da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias / UNESP - Câmpus de Jaboticabal, onde foi bolsista pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico / CNPq, obtendo o título de Mestre em Zootecnia no dia 25 de fevereiro de 2011, e neste mesmo ano deu início às atividades do curso de Doutorado na mesma instituição, onde foi bolsista pelo CNPq, pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo / FAPESP e pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior / CAPES (estágio de doutorado no exterior / North Carolina State University-USA).

Dedico

*Aos meus pais, Nelson Castelini Filho e Albertina Maria Poloto Castelini
pelo incentivo e ajuda;
à minha esposa Michele Cláudia da Silva, pessoa a quem
atribuo todos bons momentos;
Vocês são muito importantes para mim.*

Ofereço

A toda minha família, esposa, amigos e professores.

AGRADECIMENTOS

À Deus por estar ao meu lado nesta longa caminhada.

À Professora Dra. Maria Cristina Thomaz, pela orientação, oportunidades, ensinamentos. Um exemplo a ser seguido.

Aos professores que participaram da banca de qualificação e, posterior defesa da tese, Prof. Dr. Alessandro Borges Amorim, Prof. Dr. Jorge de Lucas Jr, Prof. Dr. Pedro Henrique Watanabe, Profa. Dra. Hirassilva Borba, Profa. Dra. Jane Maria Bertocco Ezequiel e Profa. Dra. Maria Inez Espagnoli G. Martins, pela colaboração até o momento.

À Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias/Unesp – Câmpus de Jaboticabal e ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia pela oportunidade de realização do curso.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo-FAPESP pelo auxílio a pesquisa (PROCESSO 2011/22906-6) e bolsa de estudos concedida (PROCESSO 2011/22563-1).

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico/CNPq pela bolsa de estudos concedida, no primeiro ano de doutorado.

À CAPES pela concessão da bolsa PDSE e ao Dr. Sung Woo Kim por ter oferecido estágio na North Carolina State University – NCSU.

Aos funcionários do Setor de Suinocultura/FCAV-Unesp, Sr. Wilson e José pela ajuda e amizade.

Aos membros do grupo de estudos e pesquisa SUINESP, Urbano Ruiz (co-orientador), Vivian Vezzoni de Almeida, Ysenia Silva Guillen, Tarcísio Vasconcelos, Everton Daniel, Daniela, Marco, Manuela, Maryane, Fabrício e Patrícia.

Muito obrigado

SUMÁRIO

	Página
SUMÁRIO	VII
Certificado da Comissão de Ética no Uso de Animais	X
Resumo	XI
Abstract	XII
CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS	13
1. Introdução	13
2. Objetivos.....	14
3. Revisão de Literatura.....	15
3.1. Tendências atuais de abate e acúmulos de músculo e gordura em suínos.....	15
3.2. Fibra na nutrição de suínos.....	16
3.3. Farelo de acerola na alimentação animal.....	19
REFERÊNCIAS	21
CAPÍTULO 2 – VALOR NUTRITIVO DO FARELO DE ACEROLA: DIGESTIBILIDADE E DESEMPENHO	27
RESUMO	27
1. Introdução	28
2. Materiais e Métodos	29
2.1. Instalações e animais experimentais	29
2.2. Dietas experimentais	29
2.3. Procedimentos experimentais	32
2.3.1. Experimento 1: Avaliação biológica do farelo de acerola.....	32
2.3.2. Experimento 2: Desempenho, avaliação biológica e taxa de passagem das dietas experimentais	33
2.4. Preparo das amostras e análises químicas	34
2.5. Análises estatísticas	36
3. Resultados e Discussão	36
3.1. Avaliação biológica do farelo de acerola – Experimento 1 ...	36
3.2. Desempenho e digestibilidade – Experimento 2	39
3.3. Avaliação biológica e taxa passagem das dietas experimentais – Experimento 2	41
4. Conclusão	44
5. Agradecimentos	44
6. REFERÊNCIAS	44
CAPÍTULO 3 – EFEITOS DA INCLUSÃO DE FARELO DE ACEROLA	

SOBRE AS CARACTERÍSTICAS DE CARÇA E QUALIDADE DA CARNE DE SUÍNOS PESADOS	48
RESUMO	48
1. Introdução	49
2. Material e Métodos	50
2.1. Instalações, experimentais e desempenho.....	50
2.2. Manejo e abate dos animais	52
2.3. Características de carça	52
2.4. Qualidade da carne	53
2.5. Análise do perfil de ácidos graxos da carne	55
2.6. Peso de órgãos	56
3. Delineamento experimental e análises estatísticas	56
4. Resultados e Discussão	56
4.1. Características de carça	56
4.2. Qualidade de carne	59
4.3. Perfil de ácidos graxos	62
4.4. Peso de órgãos	64
5. Conclusões	66
6. Agradecimentos	66
7. REFERÊNCIAS	66
CAPÍTULO 4 – CARACTERIZAÇÃO DO POTENCIAL DE PRODUÇÃO DE BIOGÁS E BIOFERTILIZANTE GERADO PELA INCLUSÃO DE NÍVEIS DE FARELO DE ACEROLA EM DIETAS PARA SUÍNOS EM TERMINAÇÃO	72
RESUMO	72
1. Introdução	73
2. Material e Métodos	74
2.1. Instalações, animais e dietas experimentais	74
2.2. Produção e características das fezes	76
2.3. Biodigestão anaeróbia das fezes	77
2.3.1. Produção e composição do biogás	79
3. Delineamento experimental e análises estatísticas.....	81
4. Resultados e discussão	81
4.1. Produção e características das fezes	81
4.2. Biodigestão anaeróbia das fezes	89
4.2.1. Produção e composição do biogás	92
5. Conclusões	95
6. Agradecimentos	95

7. REFERÊNCIAS	95
CAPÍTULO 5 – ANÁLISE ECONOMICA DO EMPREGO DE DIFERENTES NÍVEIS DE FARELO DE ACEROLA EM DIETAS PARA SUÍNOS EM TERMINAÇÃO	99
RESUMO	99
1. Introdução	100
2. Material e Métodos	101
2.1. Instalações e animais experimentais	101
2.2. Dietas experimentais e desempenho	101
2.3. Análise econômica	102
3. Delineamento experimental e análises estatísticas	105
4. Resultados e Discussão	105
4.1. Desempenho	105
4.2. Análise econômica	106
5. Conclusões	110
6. Agradecimentos	110
7. REFERÊNCIAS	110
Anexo 01	113
IMPLICAÇÕES	114



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Câmpus de Jaboticabal



CEUA – COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS

CERTIFICADO

Certificamos que o Protocolo nº 013252/11 do trabalho de pesquisa intitulado **"Farelo de acerola em programa de restrição alimentar para suínos pesados"**, sob a responsabilidade da Profª Drª Maria Cristina Thomaz está de acordo com os Princípios Éticos na Experimentação Animal, adotado pelo Colégio Brasileiro de Experimentação (COBEA) e foi aprovado pela COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS (CEUA), em reunião ordinária de 07 de julho de 2011.

Jaboticabal, 11 de julho de 2011.

Prof. Dr. Jeffrey Frederico Lui
Presidente - CEUA

FARELO DE ACEROLA EM PROGRAMA DE RESTRIÇÃO ALIMENTAR PARA SUÍNOS PESADOS

RESUMO- Foram conduzidos dois experimentos para avaliar a utilização do farelo de acerola em programas de restrição alimentar para suínos pesados. No primeiro experimento utilizaram-se 16 suínos, em dois tratamentos (dieta basal-DB e dieta teste-DT, com a inclusão de 30% de farelo de acerola) e oito repetições. No segundo experimento utilizou-se 48 suínos, com peso inicial de $78,81 \pm 5,10$ e final de $123,42 \pm 10,76$ kg, alocados em delineamento em blocos casualizados, com quatro tratamentos dietéticos (dieta basal - DB e inclusões crescentes de 9 - AC9, 18 - AC18 e 27% - AC27 de farelo de acerola) e 12 repetições. Os elevados teores de FDN (76,47%), FDA (63,78%), Celulose (45,90%) e Hemicelulose (12,69%) do farelo de acerola, resultaram em reduções de seus nutrientes digestíveis, além de diminuições lineares dos seus coeficientes de digestibilidade. Durante o segundo experimento, os animais apresentaram reduções lineares ($p < 0,0001$) dos ganhos diários de peso, consumo diário de energia digestível e piora da conversão alimentar. Ao comparar as carcaças dos animais que receberam a dieta basal com aqueles alimentados com a AC27, observaram-se reduções de 23,65% na espessura média de toucinho e de 39,84% na área de gordura, havendo, no entanto, aumentos de 10,44% na porcentagem de carne magra das carcaças. As características qualitativas da carne não foram influenciadas pelos níveis de farelo de acerola avaliados. Houve reduções nos teores dos ácidos graxos Mirístico e Palmítico e aumentos nos teores do α linolênico e do Linoleico conjugado. Os maiores teores de farelo de acerola promoveram aumentos nas excreções de resíduos, e reduções nos potenciais de produção de biogás (54,55%) e metano (55,56%), por quilograma de fezes *in natura*. Os indicadores econômicos também foram prejudicados inviabilizando o lucro em curto prazo.

Palavras-chave: digestibilidade, fibra, metano, qualidade de carcaça, lucro operacional

ACEROLA MEAL IN RESTRICTION PROGRAM FOOD FOR HEAVY SWINE

ABSTRACT- Two experiments were conducted to evaluate the use of acerola meal in feeding programs for heavy pigs. In the first experiment we used 16 pigs in two treatments (basal diet-BD and test diet-TD with the addition of 30% acerola meal) and eight replicates. In the second experiment we used 48 pigs, with initial weight of 78.81 ± 5.10 and $123.42 \pm$ end of 10.76 kg, allocated in a randomized block design with four dietary treatments (basal diet -BD and inclusions increasing 9 - AC9, 18 - and 27% AC18 - AC27 acerola meal) and 12 repetitions. The high level NDF (76.47%), ADF (63.78%), cellulose (45.90%) and hemicellulose (12.69%) of acerola meal, resulted in reductions of their digestible nutrients, and linear decreases in their digestibility. During the second experiment, the animals in linear decreases ($p < 0.0001$) of the daily weight gain, daily digestible energy intake and decreasing feed conversion. Comparing the carcasses of animals that received the basal diet fed with the AC27, there were 23.65% reduction in the average back fat thickness and 39.84% fat area, having, however, increases the 10.44% in the percentage of lean-meat. The qualitative characteristics of meat were not affected by meal levels evaluated acerola meal. Reductions in the levels of Myristic and Palmitic fatty acids and increases in the levels α linolenic and linoleic conjugate. The largest fiber contents acerola promoted increases in the excretion residues and reduction in the biogas potential (54.55%) and methane (55.56%) per kilogram of in natura feces. Economic indicators were also affected making it impossible to profit in the short term.

Palavras-chave: carcass quality, digestibility, fiber, methane, operating profit

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

1. Introdução

O constante crescimento da população mundial, alavanca a demanda, numa escala de médios e longos prazos, por proteína animal de alta qualidade (KRISTENSEN et al., 2014). A carne suína é a proteína animal mais consumida no mundo (USA, 2014). No Brasil, o setor de suinocultura transformou-se numa atividade dinâmica, profissional e integrada à indústria de processamento (GERVÁSIO, 2014).

A atividade suinícola brasileira caracteriza-se por períodos cíclicos, alternando crescimento com incertezas. Em 2012 o setor sofreu uma grave crise, recuperando-se parcialmente em 2013. Já em 2014, houve um crescimento das exportações de 15,70% (SEBRAE, 2014). Uma característica peculiar do setor é que, a cada período de crise, há a redução no percentual de produtores independentes.

Os produtores que permanecem na atividade convivem com os altos preços das principais matérias-primas que compõem as rações dos suínos, além do aumento das exigências dos consumidores quanto à melhoria da qualidade do produto final. Para minimizar os efeitos das crises, popularizar a carne suína e aumentar o consumo interno, a Associação Brasileira dos Criadores de Suínos – ABCS, desde 2006, intensificou a realização de diversas ações de marketing (VALENTINI, 2009).

Nesse sentido, considerando-se que tradicionalmente os suínos são abatidos com 100 kg, a produção de animais pesados pode promover um incremento de carne magra na carcaça, além de reduzir o custo de produção aos produtores e aumentar a quantidade de matéria prima destinada à produção de embutidos, nos frigoríficos (ABCS, 2014). Dessa forma, abate de animais com cerca de 130 kg é desejável, pois possibilita o desenvolvimento de cortes mais elaborados (ABCS, 2009), os quais podem atrair a atenção do consumidor, elevando o consumo.

Entretanto, há um consenso de que os suínos com peso superior a 100 kg consomem mais ração e, este excesso de energia ingerida pode proporcionar menor deposição muscular e maior acúmulo de tecido adiposo (WHITTEMORE, 1993; BERTOL et al., 2001; DE LANGE et al., 2001). Ressalta-se que é crescente a

preocupação com o teor de gordura na carne de suínos (KIM et al., 2014b), e uma das alternativas seria o incremento de fibra nas rações, permitindo a diluição energética das dietas dos suínos (WOYENGO et al., 2014), minimizando a deposição de gordura na carcaça.

Assim, a pesquisa por ingredientes alternativos, a serem adicionados em rações de suínos, é interessante do ponto de vista econômico e nutricional para animais em terminação (JOVEN et al., 2014; MOREIRA et al., 2014), e além de caracterizarem-se por serem subprodutos do processo produtivo de agroindústrias com preço e disponibilidade, apresentam também teores de fibra variáveis, que pode afetar o desempenho dos animais.

Dentre esses subprodutos, destaca-se o farelo de acerola, subproduto do beneficiamento da acerola para obtenção de suco, que possui alto teor de fibra (LOUSADA Jr et al., 2006). O Brasil destaca-se na produção mundial deste fruto, sendo a região oeste do Estado de São Paulo a segunda maior produtora (PETINARI & TARSITANO, 2002; JUNQUEIRA et al., 2011).

2. Objetivos

Objetivou-se avaliar a utilização de farelo de acerola como ingrediente de rações para suínos com elevado peso de abate, submetidos a programa de restrição alimentar qualitativa, por meio de dois experimentos. O primeiro para determinar a composição química e os valores nutricionais do ingrediente, e o segundo para estimar o efeito da inclusão de farelo de acerola em diferentes níveis (0, 9, 18 e 27%) sobre o desempenho, a digestibilidade das dietas, as características das carcaças, a qualidade da carne, os pesos dos órgãos do sistema digestório, o potencial de impacto ambiental das fezes, além dos indicadores de retorno econômico.

3. Revisão da Literatura

3.1. Tendências atuais de abate e acúmulos de músculo e gordura em suínos

A suinocultura é uma atividade em constante evolução, com intenso desenvolvimento, selecionando e produzindo suínos de elevado potencial de crescimento e ótimas eficiência alimentar e composição de carcaça (TRINDADE NETO et al., 2009). Destaca-se, também, o fato de que a carne suína é a mais consumida no mundo, o que permite este grande avanço em tecnologias de produção. No Brasil, onde o consumo de carne suína é menor, desde 2006, a Associação Brasileira dos Criadores de Suínos - ABCS trabalha para modificar a maneira como o consumidor vê esta carne, com o intuito de reestruturar o mercado no país e aumentar o consumo (VALENTINI, 2009).

Neste contexto, o abate de animais com cerca de 130 kg é desejável, pois possibilita o desenvolvimento de cortes mais elaborados (ABCS, 2009), os quais podem atrair a atenção do consumidor, elevando o consumo. Do ponto de vista da indústria, a melhora na qualidade da carcaça dos animais está ligada ao maior valor agregado aos produtos, aumentando, dessa forma, a lucratividade do setor como um todo (CANTARELLI et al., 2008).

As linhagens atuais possuem elevado consumo de ração e alta taxa de crescimento. Este consumo é maior a partir dos 100 kg de peso vivo e, nessa fase, o nível de energia da ração é determinante para o ganho de tecido magro. Caso o consumo energético seja elevado, haverá maior deposição de gordura na carcaça (BERTECHINI, 2006).

A deposição de gordura indesejada pode ser evitada ou reduzida por meio da diluição energética das dietas, com a inclusão de fibra dietética. Neste caso, o suíno esgota sua capacidade de ingestão, sem exceder o consumo usual de energia. Deste modo, o animal recebe alimentação à vontade, porém não ingere energia suficiente para o máximo ganho em gordura. A inclusão de ingredientes fibrosos, nas dietas de suínos, melhora algumas características dos dejetos, diminuindo a presença de

nitrogênio nas fezes e a emissão de odores, dentre eles os provocados pela amônia (CANH et al., 1997, DECAMP et al., 2001), além de não promover alterações comportamentais, como as ocasionadas pela baixa ingestão de alimentos.

Nos últimos anos, várias pesquisas foram realizadas com suínos, com o intuito de verificar os possíveis benefícios da restrição alimentar qualitativa. MOREIRA et al. (2007) sugeriram que é possível abater suínos, com peso aproximado de 115 kg, sem comprometer o desempenho e as características de carcaça, por meio da elevação da fibra dietética. Tal estratégia não provoca alterações deletérias no desempenho e nem prejudica as características de carcaça, adequando o ganho de peso com o rendimento em carne magra (GOMES et al., 2007).

O alto teor de fibra na dieta foi eficiente em diminuir o consumo energético pelos suínos com peso elevado de abate, possibilitando manter a produção de carne magra, refletindo na melhor tipificação e bonificação das carcaças pelo frigorífico (FRAGA et al., 2009). Ao adicionarem polpa cítrica às rações de suínos pesados, WATANABE et al. (2010) afirmaram que este coproduto não alterou os níveis de ureia e triacilgliceróis séricos, porém, sua inclusão elevou o nível de colesterol total.

3.2. Fibra na nutrição de suínos

O termo “fibra dietética” foi usado, pela primeira vez, por HIPSLEY em 1953 que, na ocasião, considerou como sendo os constituintes não digeridos das dietas (BACH KNUDSEN, 2001). A fibra dietética, segundo a definição fisiológica, corresponde aos componentes dietéticos resistentes à digestão por enzimas secretadas por monogástricos (BACH KNUDSEN et al., 1997), enquanto SERENA et al. (2008) definiram fibra dietética, como sendo a soma dos polissacarídeos não amiláceos (PNA) e lignina presentes nos ingredientes.

Cerca de 90% das paredes celulares das plantas são compostas por PNA, como celulose, hemicelulose e pectinas. Outros PNA, menos abundantes, incluem frutanos, glucomanas, galactomananas, mucilagens, β -glucanas e gomas (SELVENDRAN & ROBERTSON, 1990; BRITO et al., 2008; KERR & SHURSON, 2013).

O amido é composto de amilose e amilopectina, com ligações glicosídicas α 1-4 e α 1-6, respectivamente (MONTAGNE et al., 2003). Inicialmente, no intestino delgado, o amido é convertido em glicose. Já os PNA não digeridos pelas enzimas são fermentados e absorvidos no intestino grosso, produzindo ácidos graxos de cadeia curta - AGCC, predominantemente acetato, propionato, e butirato, além do lactato e succinato. Também há a liberação de gases, como H_2S , CO_2 , H_2 e CH_4 (VAREL & YEN, 1997; MONTAGNE et al., 2003; JHA & LETERME, 2012; ZIJLSTRA et al., 2012).

Aproximadamente 90% dos AGCC produzidos são absorvidos pelas células do cólon e utilizados como fonte de energia. Basicamente, são metabolizados em três locais: (i) o butirato é usado como fonte de energia; (ii) o butirato residual e o propionato são metabolizados pelas células do fígado em corpos cetônicos e utilizados durante a gliconeogênese, respectivamente; (iii) o acetato residual é oxidado nas células musculares esqueléticas e cardíacas (WONG et al., 2006 e ROBERFROID, 2007).

A fibra dietética total (FDT) ainda pode ser classificada, quanto a sua solubilidade, fibra dietética solúvel (FDS) e fibra dietética insolúvel (FDI) (ZHANG et al., 2013). A FDS composta, basicamente, pelas β -glucanas, arabinoxilanos e pectinas que são rapidamente degradadas no ceco e no cólon proximal. MOLIST et al. (2014) salientaram que esta fonte de fibra associa-se a redução no desenvolvimento dos órgãos, aumento na viscosidade e tempo de retenção da digesta, que por sua vez, reduz a digestão e absorção dos nutrientes (SCHIAVON et al., 2004 e HOODA et al., 2010), já a FDI (lignina, celulose e hemicelulose) diminui o tempo de retenção da digesta, reduzindo a proliferação de agentes patogênicos no intestino delgado (TAVERNARI et al., 2008; KIM et al., 2012; HEO et al., 2013).

O principal efeito associado a dietas fibrosas consiste na redução da digestibilidade dos nutrientes (ZIJLSTRA et al., 2012). Ao incluírem 25% de polpa de beterraba em dietas de suínos, ZHANG et al. (2013) observaram reduções nos coeficientes de digestibilidade da matéria seca e proteína bruta. SMIT et al. (2014) também relataram reduções lineares na digestibilidade da matéria seca e matéria mineral, ao avaliarem a inclusão de níveis crescentes de farelo de canola (6, 12, 18 e 24%), em dietas contendo 15% de DDGS-milho e trigo, para suínos em terminação. A

inclusão de bolo de camelina em rações de suínos também promoveu a redução dos coeficientes de digestibilidade ileal da proteína bruta e dos aminoácidos lisina, metionina, treonina, valina e arginina (KAHINDI et al., 2014).

O incremento de fibra dietética às dietas de suínos também pode promover redução do conteúdo de energia ingerida (CÁMARA et al., 2014) com consequente efeito sobre a carcaça. As porcentagens de pernil e lombo, de suínos abatidos pesados ($130,30 \pm 3,30$ kg e aos 194 ± 3 dias de idade), foram influenciadas pela variação da energia da dieta, com a inclusão de níveis crescentes de farelo de canola (SUAREZ-BELLOCH et al., 2013). Ao incluírem níveis crescentes de cevada (20, 40, 60 e 80%), KIM et al., (2014a), observaram reduções na espessura de toucinho e aumentos na porcentagem de carne magra de suínos, alimentados por oito semana e com e peso inicial de $67,90 \pm 5,52$ kg.

Geralmente a ingestão de fibra dietética pelos suínos promove o aumento no tamanho e comprimento dos órgãos digestivos, incluindo o intestino delgado, ceco e cólon (McDONALD, 2001). Ressalta-se, também, o aumento da atividade de mastigação, produção de saliva e suco gástrico, além de melhorias na saciedade dos suínos (BENELAM, 2009; WANDERS et al., 2011; SOUZA DA SILVA et al., 2012).

MARCATO & LIMA (2006) ressaltaram que a inclusão de teores acima de 10% de fibra bruta nas dietas dos suínos proporcionou aumento na quantidade de fezes excretadas. Maiores excreções também foram observadas por TORRES-PITARCH et al (2014) ao trabalharem com a substituição, parcial do farelo de soja pelo farelo de canola para suínos em crescimento e terminação, observando aumento nos teores de FDN de 47,06% e 20,45%, nas fases de crescimento e terminação, respectivamente. MOLIST et al. (2014), mencionaram que o aumento da excreção de matéria seca fecal está relacionado com a baixa capacidade de fermentação no trato gastrintestinal dos suínos.

Em relação ao efeito da fibra dietética sobre a produção de biogás, o elevado teor de lignina nos dejetos suínos reduz, significativamente, a degradabilidade do material vegetal, além de inibir o processo de digestão anaeróbica (TRIOLO, et al., 2011; ZHONG et al., 2011; MONLAU et al., 2012), influenciando a porcentagem de

biogás. Já o acúmulo do ácido propiônico, no interior do biodigestor, inibe o processo de fermentação dos dejetos para a produção de metano (YANG et al., 2009).

A inclusão de ingredientes ricos em fibras, geralmente subprodutos das indústrias de alimentos ou de biocombustíveis, nas dietas dos suínos depende de oportunidades locais e da disponibilidade de tais ingredientes (PHILIPPE & NICKS, 2015).

3.3. Farelo de acerola na alimentação animal

A acerola (*Malpighia puniceifolia* L.) é uma fruta originária das ilhas do Caribe e caracteriza-se por possuir teores de vitamina C superiores aos da laranja e do limão. Foi introduzida no Brasil na década de 1950, inicialmente em regiões com climas tropicais e sub-tropicais. Atualmente o país ocupa posição de destaque no cenário mundial, com a acerola sendo produzida em quase todo o território nacional (LOURENZANI et al., 2009; JUNQUEIRA et al., 2011).

A principal região brasileira produtora de acerola é a Nordeste, seguida da região Sudeste, com destaque para a região Oeste do Estado de São Paulo. O Brasil produz cerca de 32.990 toneladas/ano, destinadas à produção de sucos e polpas. Deste montante, cerca de 20% da produção corresponde à casca e sementes que são desprezadas no processo fabril (PETINARI & TARSITANO, 2002; AGUIAR et al., 2010; PEREIRA et al., 2013).

O farelo de acerola corresponde à fração seca, desprezada após o esmagamento dos frutos para a obtenção do suco concentrado. Estudos já realizados salientaram que este resíduo possui 94,79% de matéria seca, 16,90% de proteína bruta, 26,50% de fibra bruta, 57,20% de carboidratos totais, 81,57% de fibra em detergente neutro, 59,90% de fibra em detergente ácido, 35,10% de celulose, 17,20% de hemicelulose e 30,79% de lignina. O conteúdo de ácidos graxos insaturados corresponde a 62,40% do teor lipídico, sendo compostos principalmente pelo oleico (31,90%), linoleico (29,20%), palmítico (21,80%), esteárico (13,90%) e linolênico (1,30%). Já os ácidos graxos saturados correspondem a 35,60% do total e estão

representados principalmente pelos ácidos palmítico e esteárico (LOUSADA JR et al., 2006; AGUIAR et al., 2010 e MANERA et al., 2014).

As pesquisas com inclusões de farelo de acerola na alimentação animal são escassas na literatura atual, porém há relatos de que a adição de níveis crescentes (3,5; 7,0; 10,5 e 14,0%) deste resíduo em ensilagem de capim-elefante, para ovinos, não comprometeu o consumo nem a digestibilidade dos nutrientes (FERREIRA et al., 2010). Já LOUSADA Jr et al. (2005), fizeram ressalvas quanto à utilização deste resíduo na alimentação de ovinos, pois pode induzir a queda de consumo de ração dos animais.

A incorporação de 20% de farelo de acerola, à ração de aves adultas, promoveu reduções na digestibilidade dos nutrientes e da energia metabolizável aparente -EMA (DIÓGENES et al., 2014). Os valores de EMA do farelo de acerola foram de 1005, 784 e 754 kcal/kg, para 10, 15 e 20% de inclusão em dietas de frangos de corte, respectivamente (POLYCARPO et al., 2010).

REFERÊNCIAS

- ABCS - Associação Brasileira de Criadores de Suínos. **Um olhar sobre a carne suína**. Brasília-DF, 2009, 31p.
- ABCS - Associação Brasileira dos Criadores de Suínos. **APS realiza demonstração de cortes suínos especiais**. Disponível em: <http://www.abcs.org.br>. Acesso em: 02 set. 2014.
- AGUIAR, T.M.; RODRIGUES, F.S.; SANTOS, E.R.; SABAA-SRUR, A.U.O. Caracterização química e avaliação do valor nutritivo de sementes de acerola. **Nutrire: Journal Brazilian Society Food Nutrition**. v.35, n. 2, p. 91-102. 2010.
- BACH KNUDSEN, K.E. The nutritional significance of “dietary fibre” analyses. **Animal Feed Science and Technology**, v.90, p.3-20, 2001.
- BACH KNUDSEN, K.E.; JOHANSEN, H.N.; GLITSO, V. Methods for analysis of dietary fibre - advantage and limitations. **Journal Animal Feed Science**, v.6, p.185-206, 1997.
- BENELAM, B. Satiation, satiety and their effects on eating behaviour. **Nutrition Bulltin**. v.34. p.126-73. 2009.
- BERTECHINI, A.G. **Nutrição de monogástricos**. Lavras: ed. UFLA, 2006. 301p.
- BERTOL, T.M.; LUDKE, J.V.; BELLAYER, C. Efeito do peso do suíno em terminação ao início da restrição alimentar sobre o desempenho e a qualidade da carcaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.2, p.417-424, 2001.
- BRITO, M.S.; OLIVEIRA, C.F.S.; SILVA, T.R.G.; LIMA, R.B.; MORAIS, S.N.; SILVA, J.H.V. Polissacarídeos não amiláceos na nutrição de monogástricos - revisão. **Acta Veterinaria Brasilica**, v.2, n.4, p.111-117, 2008.
- CÁMARA, L.; BERROCOSO, J.D.; SÁNCHEZ, J.L.; LÓPEZ-BOTE, C.J.; MATEOS, G.G. Influence of net energy content of the diets on productive performance and carcass merit of gilts, boars and immunocastrated males slaughtered at 120 kg BW. **Meat Science**. In Press, Accepted Manuscript. 2014. DOI: 10.1016 / j.meatsci.2014.07.025.
- CANH, T.T.; VERSTEGEN, M.W.; AARNINK, A.J.; SCHRAMA, J.W. Influence of dietary factors on nitrogen partitioning and composition of urine and feces of fattening pigs. **Journal of Animal Science**. v.75, p.700-706, 1997.
- CANTARELLI, V.S.; ZANGERONIMO, M.G.; ALMEIDA, E.C.; WOLP, R.C.; PEREIRA, L.M.; FIALHO, E.T. Qualidade de cortes de suínos recebendo ractopamina na ração em diferentes programas alimentares. **Acta Scientiarum: Animal Science**, v.30, n.2, p.165-171, 2008.
- DE LANGE, C.F.M.; BIRKETT, S.H.; MOREL, P.C.H. Protein, fat, and bone tissue growth in swine. In: LEWIS, A. J. S., L.L. (Ed.). **Swine nutrition**. Flórida, E.U.A.: Ed. CRC Press LLC, p.65-81. 2001.
- DECAMP S.A. ; Hill, B.; Hankins, S.L.; Herr, C.T.; Richert, B.T.; Sutton, A.L.; Kelly, D.T.; Cobb, M.L.; Bundy, D.W.; Powers, W.J. Effects of soybean hulls on pig performance, manure composition, and air quality. **Purdue University, Swine Research Report**, v.13, p.84-89, 2001.

DIÓGENES, G.V.; ARRUDA, A.M.V.; VASCONCELOS, N.V.B.; FERNANDES, T.V.; MARINHO, J.B.M.; LOPES, F.F.; SILVA, B.V.A.; PAIVA, C.C.P.L. Digestibilidade do resíduo agroindustrial de acerola em rações para aves. **ZOOTEC-2014**. XXIV CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA. Vitória-ES. 2014.

FERREIRA, A.C.H.; NEIVA, J.N.M.; RODRIGUEZ, N.M.; LOPEZ, F.C.F.; LÔBO, R.N.B. Consumo e digestibilidade de silagens de capim-elefante com diferentes níveis de subproduto da agroindústria da acerola. **Revista Ciência Agronômica**, v.41, n.4, p.693-701, 2010.

FRAGA, A.L.; THOMAZ, M.C.; KRONKA, R.N.; BUDIÑO, F.E.L.; HUAYNATE, R.A.R.; SCANDOLERA, A.J.; RUIZ, U.S.; D'ANGELIS, F.H.F. Qualitative-Feed-Restricted Heavy Swine: Meat Quality and Morpho-Histochemical Characteristics of Muscle Fibers. **Brazilian Archives of Biology and Technology**. v.52, n.5, p.1145-1156, 2009.

GERVÁSIO, E.W. **Suinocultura - Análise da Conjuntura**. SEAB: Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento. DERAL: Departamento de Economia Rural. Governo do Estado do Paraná-PR. 2014.

GOMES, J.D.F.; PUTRINO, S.M.; GROSSKLAUS, C.; UTIYAMA, C.E.; OETTING, L.L.; SOUZA, L.W.O.; FUKUSHIMA, R.S.; FAGUNDES, A.C.A.; SOBRAL, P.J.A.; LIMA, C.G. Efeitos do incremento de fibra dietética sobre a digestibilidade, desempenho e características de carcaça: I. suínos em crescimento e terminação. **Semina: Ciências Agrárias**, v.28, n.3, p.483-492, 2007.

HEO, J.M.; OPAPEJU, F.O.; PLUSKE, J.R.; KIM, J.C.; HAMPSON, D.J.; NYACHOTI, C.M. Gastrointestinal health and function in weaned pigs: a review of feeding strategies to control post-weaning diarrhoea without using in-feed antimicrobial compounds. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v.97, p.207-237, 2013.

HOODA, S.; METZLER-ZEBELI, B.U.; VASANTHAN, T.; ZIJLSTRA, R.T. Effects of viscosity and fermentability of purified non-starch polysaccharides on ileal and total tract nutrient digestibility in ileal-cannulated grower pigs. **Livestock Science**. v.134, Ed.1-3, p. 79-81. 2010.

JHA, R.; LETERME, P. Feed ingredients differing in fermentable fibre and indigestible protein content affect fermentation metabolites and fecal nitrogen excretion in growing pigs. **Animal**. v.6, p.603-611, 2012.

JOVEN, M.; PINTOS, E.; LATORRE, M.A.; SUÁREZ-BELLOCH, J.; GUADA, J.A.; FONDEVILA, M. Effect of replacing barley by increasing levels of olive cake in the diet of finishing pigs: Growth performances, digestibility, carcass, meat and fat quality. **Animal Feed Science and Technology**. In Press, Accepted Manuscript. 2014. DOI: 10.1016 / j.anifeedsci.2014.08.007.

JUNQUEIRA, K.P.; PIO, R.; VALE, M.R.do; RAMOS, J.D. Cultura da aceroleira (*Malpighia glabra* L.). Disponível em: http://www.editora.ufla.br/Boletim/pdfextensao/bol_26.pdf. Acesso em: 13 mai. 2011.

- KAHINDI, R.K.; WOYENGO, T.A.; THACKER, P.A.; NYACHOTI, C.M. Energy and amino acid digestibility of camelina cake fed to growing pigs. **Animal Feed Science and Technology**. v.193, p.93-101, 2014.
- KERR, B.J. & SHURSON, G.C. Strategies to improve fiber utilization in swine. **Journal of animal science and biotechnology**. v.4, p.11, 2013.
- KIM, B.G.; WULF, D.M.; MADDOCK, R.J.; PETERS, D.N.; PEDERSEN, C.; LIU, Y.; STEIN, H.H. Effects of dietary barley on growth performance, carcass traits and pork quality of finishing pigs. **Colombian journal of animal science and veterinary medicine**. v.27, p.102-113; 2014a.
- KIM, J.C. HANSEN, C.F.; MULLAN, B.P.; PLUSKE, J.R. Nutrition and Pathology of weaner pigs: nutritional strategies to support barrier function in the gastrointestinal tract. **Animal Feed Science and Technology**, v.173, p.3-16. 2012.
- KIM, J.S.; INGALE, S.L.; LEE, S.H.; CHOI, Y.H.; KIM, E.H.; LEE, C.C.; KIM, Y.H.; CHAE, B.J. Impact of dietary fat sources and feeding level on adipose tissue fatty acids composition and lipid metabolism related gene expression in finisher pigs. **Animal Feed Science and Technology**. v.196, p.60-67, 2014b.
- KRISTENSEN, L.; STØIER, S.; WÜRTZ, J.; HINRICHSSEN, L. Trends in meat science and technology: The future looks bright, but the journey will be long. **Meat Science**. v.98, Issue 3, p.322-329. 2014. DOI: 10.1016 / j.meatsci.2014.06.023.
- LOURENZANI, A.E.B.; LOURENZANI, W.L.; PINTO, L.B.; OGASAWARA, K.R. A cadeia produtiva da acerola na região Nova Alta Paulista. **XLVII CONGRESSO DA SOBER – Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural**. Porto Alegre-RS, 2009.
- LOUSADA Jr, J.E.; COSTA, J.M.C.; NEIVA, J.N.M.; RODRIGUEZ, N.M. 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.
- LOUSADA Jr, J.E.; NEIVA, J.N.M.; RODRIGUEZ, N.M.; PIMENTEL, J.C.M.; LÔBO, R.N.B. Consumo e Digestibilidade de Subprodutos do Processamento de Frutas em Ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.2, p.659-669, 2005.
- MANERA, D.B.; VOLTOLINI, T.V.; YAMAMOTO, S.M.; ARAÚJO, G.G.L.; SOUZA, R.A. Desempenho produtivo de ovinos em pastejo suplementados com concentrados contendo coprodutos do processamento de frutas. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.35, n.2, p.1013-1022. 2014.
- MARCATO, S.M.; LIMA, G.J.M.M. Efeito da retirada de microminerais e fibra sobre a composição e quantidade das fezes e urinas excretadas pelos suínos em crescimento. **Revista da Faculdade de Zootecnia Veterinária e Agronomia**, v.13, n.1, p.149-162, 2006.
- McDONALD, D.E. Dietary fibre for the newly weaned pig: influences on pig performance, intestinal development and expression of experimental post-weaning colibacillosis and intestinal spirochaetosis. **PhD Thesis, Murdoch University**, Murdoch. 2001.

- MOLIST, F.; VAN OOSTRUM, M. PÉREZ, J.F.; MATEOS, G.G.; NYACHOTI, C.M.; VAN DER AAR, P.J. Relevance of functional properties of dietary fibre in diets for weanling pigs. **Animal Feed Science and Technology**, v.189, p.1-10. 2014.
- MONLAU, F., BARAKAT, A., STEYER, J.P., CARRERE, H. Comparison of seven types of thermo-chemical pretreatments on the structural features and anaerobic digestion of sunflower stalks. **Bioresource Technology**. v.120, p. 241-247. 2012.
- MONTAGNE, L.; PLUSKE, J.R.; HAMPSON, D.J. A review of interactions between dietary fibre and the intestinal mucosa, and their consequences in digestive health in young non-ruminant animal. **Animal Feed Science and Technology**. v.108, p.95-117, 2003.
- MOREIRA, F.R.C.; COSTA, A.N.; MARTINS, T.D.D.; SILVA, J.H.V.; MEDEIROS, H.R.; CRUZ, G.R.B. Substituição parcial do milho por sorgo granífero na alimentação de suínos nas fases de creche, crescimento e terminação. **Revista Brasileira de Saúde Pública e Produção Animal**. v.15, n.1, p.94-107, 2014.
- MOREIRA, I.; VOORSLUYS, T.; MARTINS, R. M.; PAIANO, D.; FURLAN, A. C.; SILVA, M. A. A. Efeitos da restrição energética para suínos na fase final de terminação sobre o desempenho, características de carcaça e poluição ambiental. **Acta Scientiarum: Animal Science**, v.29, n.2, p.179-185, 2007.
- PEREIRA, C.T.M.; SILVA, C.R.P.; LIMA, A.; PEREIRA, D.M.; COSTA, C.N.; NETO, A.A.C. Obtenção, caracterização físico-química e avaliação da capacidade antioxidante *in vitro* da farinha de resíduo de acerola (*Malpighia glabra* L.). **Acta Tecnológica**. v.8, n.2, p.50-56, 2013.
- PETINARI, R.A. & TARSITANO, M.A.A. Análise econômica da produção de acerola para mesa, em Jales-SP: um estudo de caso. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v.24, n.2, p.411-415, 2002.
- PHILIPPE, F.X. & NICKS, B. Review on greenhouse gas emissions from pig houses: Production of carbon dioxide, methane and nitrous oxide by animals and manure. **Agriculture, Ecosystems & Environment**. v.199, p. 10-25. 2015. doi:10.1016/j.agee.2014.08.015.
- POLYCARPO, G.V.; CRUZ, V.C.; ZANETTI, L.H.; VERCESE, F.; SOUZA, I.M.G.P.; CARVALHO, F.B. Valores de energia metabolizável do farelo de acerola para frangos de corte. **VI SIMPÓSIO DE CIÊNCIAS DA UNESP – DRACENA e VII ENCONTRO DE ZOOTECNIA**. Dracena-SP. 2010.
- ROBERFROID, M. Prebiotics: The concept revisited. **Journal of Nutrition**. v.137, p.830-837, 2007.
- SCHIAVON, S., BORTOLOZZO, A., BAILONI, L., TAGLIAPETRA, F., 2004. Effects of sugar beet pulp on growth and health status of weaned piglets. **Italian Journal of Animal Science**. v.4, p.337-351. 2004.
- SEBRAE - Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. **Bom jogo para a Suinocultura**. Boletim, 2014.
- SELVENDRAN, R.R.; ROBERTSON, J.A. The chemistry of dietary fibre: a holistic view of the cell wall matrix. **Dietary Fibre: Chemical and Biological Aspects**. Edited by

SOUTHGATE, D.A.T.; WALDRON, K.; JOHNSON I.T.; FENWICK G.R. Cambridge: Royal Society of Chemistry Special Publication. n.83. Royal Society of Chemistry. p.27-43. 1990.

SERENA, A; HEDEMAN, M.S.; BACH KNUDSEN, K.E. Influence of dietary fiber on luminal environment and morphology in the small and large intestine of sows. **Journal of Animal Science**, v.86, p.2217-2227, 2008.

SMIT, M.N.; SENEVIRATNE, R.W.; YOUNG, M.C.; LANZ, G.; ZIJLSTRA, R.T.; BELTRANENA, E. Feeding increasing inclusions of canola meal with distillers dried grains and solubles to growing-finishing barrows and gilts. **Animal Feed Science and Technology**. v.189. p. 107-116. 2014.

SOUZA DA SILVA C.; VAN DEN BORNE, J.J.G.C.; GERRITS, W.J.J.; KEMP, B.; BOLHUIS, J.E. Effects of dietary fibers with different physicochemical properties on feeding motivation in adult female pigs. **Physiology & Behavior**. v.107. p.218-230. 2012.

SUAREZ-BELLOCH, J.; SANZ, M.A.; JOY, M.; LATORRE, M.A. Impact of increasing dietary energy level during the finishing period on growth performance, pork quality and fatty acid profile in heavy pigs. **Meat Science**. v.93; p. 796-801. 2013.

TAVERNARI, C.F.; CARVALHO, A.T.; ASSIS, P.A.; LIMA, D.J.H. Polissacarídeo Não-Amiláceo Solúvel na Dieta de Suínos e Aves. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.5, n.5, p.673-689. 2008.

TORRES-PITARCH, A.; MOSET, V.; FERRER, P.; CAMBRA-LÓPEZ, M.; HERNÁNDEZ, P.; COMA, J.; PASCUAL, M.; SERRANO, P.; CERISUELO, A. The inclusion of rapeseed meal in fattening pig diets, as a partial replacer of soybean meal, alters nutrient digestion, faecal composition and biochemical methane potential from faeces. **Animal Feed Science and Technology**. v. 198, p. 215-223. 2014.

TRINDADE NETO, M.A.; BERTO, D.A.; ALBUQUERQUE, R.; SCHAMMASS, E.A.; MIGUEL, W.C. Níveis de proteína em dietas de suínos em fase de crescimento e terminação. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v.46, n.6, p.474-483, 2009.

TRIOLO, J.M., SOMMER, S.G., MØLLER, H.B., WEISBJERG, M.R., JIANG, X.Y. A new algorithm to characterize biodegradability of biomass during anaerobic digestion: influence of lignin concentration on methane production potential. **Bioresource Technology**. v.102, p. 9395-9402. 2011.

USA - UNITED STATES OF AMERICA. United States Census Bureau: **The 2012 statistical abstract**. Disponível em: <http://www.census.gov/compendia/statab/2012edition.html>. Acesso em: 02 set. 2014.

VALENTINI, R. Carne suína: a conquista do mercado interno. **ABCS – Associação Brasileira de Criadores de Suínos**. Brasília-DF, 2009, 34p.

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

WANDERS, A.J.; VAN DEN BORNE, J.J.G.C.; DE GRAAF C.; HULSHOF, T.; JONATHAN, M.C.; KRISTENSEN, M. et al. Effects of dietary fibre on subjective

appetite, energy intake and body weight: a systematic review of randomized controlled trials. **Obesity Reviews**. v.12, p.724-739, 2011.

WATANABE, P.H.; THOMAZ, M.C.; RUIZ, U.S.; SANTOS, V.M.; FRAGA, A.L.; PASCOAL, L.A.F.; SILVA, S.Z. ; FARIA, H.G. Effect of inclusion of citrus pulp in the diets of finishing swines. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.53, p.709-718, 2010.

WHITTEMORE, C.T. Nutritional manipulation of carcass quality in pigs. In: COLE, D.J.A.; HARERDIGN, W.; GARNSWORTTY, P. C. (Eds.). 1993. **Recent developments in pig nutrition**, v.2, p.12-19, 1993.

WONG, J.M.W., DE SOUZA, R.; KENDALL, C.W.C.; EMAM, A.; JENKINS, D.J.A. Colonic health: Fermentation and short chain fatty acids. **Journal of Clinical Gastroenterology**. v.40, p.235-243, 2006.

WOYENGO, T.A.; BELTRANENA, E. and ZIJLSTRA, R.T. NONRUMINANT NUTRITION SYMPOSIUM: Controlling feed cost by including alternative ingredients into pig diets: A review. **Journal of Animal Science**. v.92, p. 1293-1305. 2014. doi:10.2527/jas2013-716

YANG, S., LI, J., ZHENG, Z., MENG, Z. Characterization of *Spartina alterniflora* as feedstock for anaerobic digestion. **Biomass and Bioenergy**. v.33, 4.ed., p. 597-602. 2009.

ZHANG, W.; LI, D.; LIU, L.; ZANG, J.; DUAN, Q.; YANG, W.; ZHANG, L. The effects of dietary fiber level on nutrient digestibility in growing pigs. **Journal of Animal Science and Biotechnology**, v.4, p.1-7, 2013.

ZHONG, W.; ZHANG, Z.; LUO, Y.; SUN, S.; QIAO, W.; XIAO, M. Effect of biological pretreatments in enhancing corn straw biogas production. **Bioresource Technology**. v.102, p. 11177-11182. 2011.

ZIJLSTRA, R.T.; JHA, R.; WOODWARD, A.D.; FOUHSE, J.; VAN KEMPEN, T.A.T.G. Starch and fiber properties affect their kinetics of digestion and thereby digestive physiology in pigs. **Journal of Animal Science**. v.90, p.49-58, 2012.

CAPÍTULO 2 - VALOR NUTRITIVO DO FARELO DE ACEROLA: DIGESTIBILIDADE E DESEMPENHO

RESUMO: Objetivou-se caracterizar o farelo de acerola quanto à possibilidade de uso como um diluidor energético para suínos abatidos pesados e avaliar o desempenho dos animais submetidos a níveis crescentes desta fonte de fibra. No primeiro experimento utilizaram-se 16 suínos, em dois tratamentos (DB-dieta basal e DT-dieta teste, com a inclusão de 30% de farelo de acerola) e oito repetições. Já o segundo experimento possuía 48 suínos com peso inicial de $78,81 \pm 5,10$ e final de $123,42 \pm 10,76$ kg, alocados num delineamento em blocos casualizados, com quatro tratamentos dietéticos (dieta basal - DB e inclusões crescentes de 9 - AC9, 18 - AC18 e 27% - AC27 de farelo de acerola) e 12 repetições. Os elevados teores de FDN (76,47%), FDA (63,78%), celulose (45,90%) e hemicelulose (12,69%) do farelo de acerola, resultaram em reduções dos nutrientes digestíveis, além de diminuições lineares dos seus coeficientes de digestibilidade, com exceção do coeficiente de disponibilidade da matéria mineral. Deste modo, as inclusões de níveis crescentes de farelo de acerola para suínos em terminação resultaram em reduções lineares ($p > 0,0001$) dos ganhos diários de peso, consumo diário de energia digestível e piora da conversão alimentar. O consumo diário de ração apresentou comportamento quadrático ($p = 0,0142$), sendo a maior ingestão estimada de ração observada com a inclusão de 5,07% de farelo de acerola. Devido às características de suas fibras, o farelo de acerola pode ser utilizado até o nível de 27%, como diluidor energético nas dietas de suínos abatidos pesados, porém é importante ressaltar que há piora no ganho diário de peso, conversão alimentar dos animais e no peso final.

Palavras-chave: energia, fibra insolúvel, *Malpighia punicifolia* L., marcadores, suínos

1. Introdução

Os principais ingredientes utilizados na alimentação animal no Brasil são o milho e o farelo de soja, como fontes energética e proteica, respectivamente (COSTA e MOREIRA, 2014). Nos Estados Unidos e região oriental do Canadá, o milho é a principal fonte de energia, enquanto que na Europa, Austrália e Canadá ocidental, esta fonte é o trigo (WOYENGO et al., 2014).

Constantes problemas com safras irregulares, decorrentes das instabilidades no clima, pressionam o mercado de grãos e aumentam a necessidade do uso de ingredientes alternativos (COSTA e MOREIRA, 2014).

Neste contexto, destacam-se os subprodutos e coprodutos agrícolas, por apresentarem grande disponibilidade, baixo custo e, muitas vezes, alto teor de fibras. Para suínos a serem abatidos pesados, elevados teores de fibra são interessantes, pois esta se caracteriza como um diluidor energético das dietas, efeito da saciedade física (DA SILVA et al., 2012; BAKARE et al., 2013; WOYENGO et al., 2014), além de melhorar o bem-estar animal e a qualidade da carne (ZANFI e SPANGHERO, 2012).

Apesar dos benefícios, a fibra dietética ao ser fermentada no intestino grosso, produz efeitos negativos sobre a digestibilidade dos nutrientes impactando no ganho de peso dos animais (KERR e SHURSON, 2013).

Dentre os produtos oriundos do processamento de frutas destaca-se o resíduo de acerola (*Malpighia puniceifolia* L.), sendo o resíduo pós extração da polpa dos frutos. O Brasil ocupa posição de destaque no cenário mundial quanto à produção de frutos de acerola (JUNQUEIRA et al., 2011), com processamento de 32 toneladas desse fruto por ano. Cerca de 20% da produção corresponde à casca e sementes que são desprezadas no processo fabril (AGUIAR et al., 2010). Após a secagem este resíduo caracteriza-se por apresentar alto teor de fibra, correspondente a um farelo.

Objetivou-se caracterizar o farelo de acerola quanto à possibilidade de uso como um diluidor energético das dietas de suínos, além de avaliar o desempenho dos animais submetidos a níveis crescentes de farelo de acerola nas dietas.

2. Material e Métodos

Os procedimentos experimentais, utilizados em ambos os experimentos, foram analisados e aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA), da Universidade Estadual Paulista / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, sob o Protocolo #: 013252/11. Os animais foram criados de acordo com os princípios éticos na experimentação animal do Colégio Brasileiro de Experimentação (COBEA).

2.1. Instalações e animais experimentais

Os experimentos foram conduzidos nas instalações experimentais do Setor de Suinocultura do Departamento de Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias -Unesp, Câmpus de Jaboticabal.

Em ambos utilizaram-se suínos machos castrados oriundos de granja comercial, os quais foram alojados em baias individuais com 2,55 m² cada, equipadas com comedouros semi-automáticos e bebedouros do tipo chupeta.

2.2. Dietas experimentais

No primeiro experimento os tratamentos experimentais foram os seguintes: Dieta basal -DB; Dieta teste -DT, composta por 70% da dieta basal e 30% de farelo de acerola. Já no segundo experimento, os tratamentos experimentais foram: Dieta basal -DB; Dieta contendo 9% de farelo de acerola -AC9; Dieta contendo 18% de farelo de acerola - AC18 e Dieta contendo 27% de farelo de acerola -AC27.

As dietas experimentais, foram formuladas para atender as exigências nutricionais indicadas por Rostagno et al. (2011), para suínos de alto potencial genético, nas seguintes fases: I – dos 78,81 ± 5,10 aos 99,67 ± 4,08 kg de peso; II - dos 99,67 ± 4,08 aos 123,42 ± 10,76 kg de peso.

As composições centesimal, química e energética das dietas utilizadas nos dois experimentos são apresentadas nas Tabelas 1 e 2.

Tabela 1. Composições centesimal, química e energética da dieta basal - DB do experimento 1.

Ingredientes, %	DB
Milho comum	76,12
Farelo de acerola	-
Farelo de soja, 45%	19,46
Caulim (inerte)	1,50
Fosfato bicálcico	0,79
Óleo de soja	0,70
Calcário	0,65
Sal comum	0,33
L-Lisina. HCl, 78%	0,25
Pré-mistura vit.-min. ⁽¹⁾	0,10
L-Treonina, 98%	0,06
DL-Metionina, 99%	0,04
Total, kg	100,00
Valores calculados ⁽²⁾	
Energia digestível, kcal.kg ⁻¹	1330
Proteína bruta, %	15,53
Cálcio, %	0,51
Fósforo disponível, %	0,25
Fibra bruta, %	2,34
FDN, % ⁽³⁾	35,15
FDA, % ⁽³⁾	4,85
Lignina, % ⁽³⁾	0,22
Celulose, % ⁽³⁾	4,56
Hemicelulose, % ⁽³⁾	30,30
Sílica, % ⁽³⁾	0,06
Lisina. dig., %	0,82
Metionina dig., %	0,25
Treonina dig., %	0,55
Sódio, %	0,16

⁽¹⁾ Pré-mistura vitamínico-mineral – quantidade por kg do produto: 500 mg de Ácido Fólico, 150 mg de Selênio, 10.000 mg de Cobre, 15.000 mg de Pantotenato de Cálcio, 100 mg de Biotina, 23.000 mg de Manganês, 400 mg de Iodo, 20.000 mg de Niacina, 6.000.000 U.I. de Vitamina A, 1.257 mg de Vitamina B1, 15.000 µg de Vitamina B12, 3.336 mg de Vitamina B2, 1.257 mg de Vitamina B6, 1.500.000 U.I. de Vitamina D3, 13.000 U.I. de Vitamina E, 2.000 mg de Vitamina K, 80.000 mg de Zinco, 110.000 mg de Ferro, 100 mg de Antioxidante (B.H.T.); ⁽²⁾ Valores nutricionais dos ingredientes propostos por ROSTAGNO et al. (2011); ⁽³⁾ Valores obtidos por meio de análise laboratorial.

Tabela 2. Composições centesimal, química e energética das dietas fornecidas aos suínos, nas fases I e II, do experimento 2.

Ingredientes, %	Fase I				Fase II			
	DB	AC9	AC18	AC27	DB	AC9	AC18	AC27
Milho comum	76,89	69,70	61,11	53,64	80,59	73,18	65,68	58,17
Farelo de soja, 45%	19,39	17,81	17,23	15,40	16,10	14,49	12,72	10,95
Farelo de acerola	-	9,00	18,00	27,00	-	9,00	18,00	27,00
Caulim (inerte)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Fosfato bicálcico	0,87	0,91	0,95	0,99	0,80	0,84	0,88	0,93
Óleo de soja	0,43	-	-	-	0,19	-	-	-
Calcário	0,61	0,60	0,58	0,57	0,57	0,56	0,55	0,54
Sal comum	0,35	0,36	0,36	0,37	0,33	0,33	0,34	0,34
L-Lisina. HCl, 78%	0,25	0,32	0,36	0,44	0,25	0,32	0,39	0,47
Pré-mistura vit.-min. ⁽¹⁾	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
L-Treonina, 98%	0,06	0,10	0,13	0,18	0,04	0,09	0,14	0,18
DL-Metionina, 99%	0,05	0,09	0,12	0,17	0,03	0,07	0,11	0,16
L-Triptofano, 98%	-	0,01	0,02	0,04	-	0,02	0,03	0,04
L-Valina, 99%	-	-	0,04	0,10	-	-	0,06	0,12
Total, kg	100	100	100	100	100	100	100	100
Valores calculados ⁽²⁾								
Energia dig. aparente, kcal.kg ⁻¹	3788	3654	3424	3238	3798	3670	3482	3263
Proteína bruta, %	15,53	15,53	15,53	15,53	13,92	13,92	13,92	13,92
Cálcio, %	0,51	0,51	0,51	0,51	0,47	0,47	0,47	0,47
Fósforo disponível, %	0,25	0,25	0,25	0,25	0,23	0,23	0,23	0,23
Fibra bruta, %	2,35	5,48	8,55	11,63	2,25	5,32	8,40	11,47
FDN, % ⁽³⁾	22,23	20,06	26,22	29,89	23,52	23,09	34,77	45,67
FDA, % ⁽³⁾	3,42	6,61	11,89	16,68	3,06	7,99	13,30	19,98
Lignina, % ⁽³⁾	0,10	0,32	0,84	1,50	0,08	0,47	0,91	2,11
Celulose, % ⁽³⁾	3,30	6,27	10,97	15,09	2,96	7,46	12,20	17,52
Hemicelulose, % ⁽³⁾	18,80	13,45	14,33	13,21	20,46	15,10	21,47	25,69
Sílica, % ⁽³⁾	0,01	0,02	0,07	0,08	0,01	0,05	0,18	0,34
Lisina. dig., %	0,82	0,82	0,82	0,82	0,74	0,74	0,74	0,74
Metionina dig., %	0,25	0,25	0,25	0,25	0,23	0,23	0,23	0,23
Treonina dig., %	0,55	0,55	0,55	0,55	0,50	0,50	0,50	0,50
Triptofano dig., %	0,14	0,14	0,14	0,14	0,13	0,13	0,13	0,13
Valina dig., %	0,57	0,57	0,57	0,57	0,51	0,51	0,51	0,51
Sódio, %	0,16	0,16	0,16	0,16	0,15	0,15	0,15	0,15
Vitamina C, ppm ⁽³⁾	-	3,85	7,71	11,56	-	3,85	7,71	11,56

⁽¹⁾Pré-mistura vitamínico-mineral – quantidade por kg do produto: 500 mg de Ácido Fólico, 150 mg de Selênio, 10.000 mg de Cobre, 15.000 mg de Pantotenato de Cálcio, 100 mg de Biotina, 23.000 mg de Manganês, 400 mg de Iodo, 20.000 mg de Niacina, 6.000.000 U.I. de Vitamina A, 1.257 mg de Vitamina B1, 15.000 µg de Vitamina B12, 3.336 mg de Vitamina B2, 1.257 mg de Vitamina B6, 1.500.000 U.I. de Vitamina D3, 13.000 U.I. de Vitamina E, 2.000 mg de Vitamina K, 80.000 mg de Zinco, 110.000 mg de Ferro, 100 mg de Antioxidante (B.H.T.); ⁽²⁾ Valores nutricionais dos ingredientes propostos por ROSTAGNO et al. (2011); ⁽³⁾ Valores obtidos por meio de análise laboratorial.

Na formulação das dietas (isoproteicas e isolisínicas), do segundo experimento, utilizaram-se os valores de proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e energia digestível obtidos no primeiro experimento. Os níveis de inclusão do farelo de acerola foram determinados por meio de uma correlação com os teores de FDN, FDA, celulose e hemicelulose, utilizadas por Fraga (2009 a, b).

2.3. Procedimentos experimentais

2.3.1. Experimento 1: Avaliação biológica do Farelo de Acerola

Dezesseis suínos machos castrados com peso inicial de $77,43 \pm 2,23$ kg e, aproximadamente, 119 dias de idade, foram alocados, por peso, num delineamento experimental em blocos casualizados. O ensaio durou 14 dias, sendo os oito primeiros para adaptação dos animais às baias e dietas, recebendo duas refeições diárias, às 8h e às 17h, e água *ad libitum*. Os três dias seguintes foram destinados à regulação do fluxo do indicador e os três dias finais para a colheita das fezes, pelo método da coleta parcial.

Determinou-se, inicialmente, o consumo médio de ração dos animais, em duas refeições diárias, de modo que, no período de colheita, os animais consumissem toda ração fornecida. Após o período de adaptação e determinação do consumo, iniciou-se o fornecimento de ração controlada, com adição de 1% de cinza ácido insolúvel (CAI) como indicador externo na ração, de modo a estabilizar o fluxo do mesmo no trato digestório. Utilizou-se, também, 0,75% de óxido cromo-3 (Cr_2O_3) como indicador externo nas dietas, com o intuito de verificar a acurácia do processo de recuperação da cinza ácido insolúvel.

Nos três dias finais, foram colhidas amostras de fezes diretamente do reto dos animais, duas vezes ao dia, após o fornecimento das refeições. em seguida à colheita, estas amostras foram colocadas em sacos plásticos, devidamente identificados sendo, então, armazenados em freezer a -8°C , até o momento das análises.

A produção de fezes foi relacionada com a fração não digestível da dieta pelos suínos, sendo coletadas todas as fezes produzidas pelos suínos para posterior comparação com a fórmula proposta por Berchielli et al. (2005), apresentada a seguir:

$$\text{Excreção de matéria seca fecal (kg)} = \text{Consumo de MS (kg)} \times \text{FI}$$

Esta fórmula estima as excreções de fezes, dos animais, com base na matéria seca. Para isso, consideraram-se os consumos das dietas pelos animais e o fator de indigestibilidade (FI), que corresponde à porção da dieta não aproveitada pelos animais e excretada nas fezes. Para isso, dividiu-se o teor do indicador cinza ácido insolúvel (CAI) na ração pelo encontrado nas fezes. Com este procedimento, calcularam-se as excreções de matéria seca fecal total e estimada pela fórmula.

2.3.2. Experimento 2: Desempenho, avaliação biológica e taxa de passagem das dietas experimentais

Quarenta e oito suínos machos castrados foram distribuídos entre os mesmos tratamentos experimentais descritos anteriormente segundo o delineamento em blocos casualizados, formados de acordo com o peso inicial, com quatro tratamentos e 12 repetições, com um animal constituindo a unidade experimental.

Inicialmente os animais foram submetidos a um período de adaptação de quatro dias (dos $74,99 \pm 5,71$ aos $78,81 \pm 5,10$ kg e com 121 dias de idade) às instalações e dietas, recebendo duas refeições diárias, às 8h e às 17h e água *ad libitum*. Após o período de adaptação, iniciou-se o ensaio de desempenho, com os animais recebendo as dietas pré-determinadas (Tabela 2), até atingirem $123,42 \pm 10,76$ kg de peso, com aproximadamente 161 dias de idade, quando foram abatidos.

O ensaio teve duração de 40 dias e, nesse período, toda ração fornecida e as sobras foram pesadas diariamente, e os animais pesados semanalmente. Determinaram-se o ganho diário de peso (GDP), em kg/dia; o consumo diário de ração (CDR), em kg/dia, a conversão alimentar (CA) e o consumo diário de energia digestível

(CDED - kcal ED) dos animais sendo, este último, calculado por meio do produto entre a energia digestível das dietas e o consumo diário de ração.

Ao atingirem aproximadamente 100,00 kg de peso vivo, avaliou-se a digestibilidade das dietas experimentais. Para isso, 1% de CAI foi adicionada às rações como indicador. O período de determinação da digestibilidade durou seis dias, sendo os três primeiros para regulação do fluxo do indicador e os três finais para a colheita das fezes, pelo método da coleta parcial.

Durante o período de coleta, foram colhidas amostras de fezes diretamente do reto dos animais, duas vezes ao dia, após o fornecimento das refeições. Posteriormente as amostras foram colocadas em sacos plásticos, devidamente identificados e, em seguida, armazenados em freezer a -8 °C, até o momento das análises.

A taxa de passagem das dietas experimentais, em horas, foi avaliada com a adição de 0,5% de óxido férrico (Fe_2O_3) às dietas, como marcador fecal, para determinar o início e o final do período de coleta, conforme descrito por Kunrath et al. (2010). Inicialmente as baias foram limpas, com remoção total dos dejetos, antes do fornecimento das dietas marcadas. Logo após o fornecimento das dietas, fez-se observações a cada 10 minutos para identificar o início e término de excreção de fezes marcadas.

2.4. Preparo das amostras e análises químicas

Após o período de colheita, em ambos os experimentos, as fezes foram descongeladas e homogeneizadas, para obtenção de uma amostra composta de cada animal. Em seguida, as fezes foram submetidas à pré-secagem em estufa com ventilação forçada a 55 °C por um período de 72 horas sendo, posteriormente moídas em moinho estacionário tipo Thomas-Wiley, modelo 4, dotado de peneira com crivos de 1 mm.

A análise das dietas e fezes foi realizada no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da FCAV - Unesp, Câmpus de Jaboticabal, de acordo com a Association of Official Analytical Chemists (AOAC), sendo determinadas a matéria

seca (MS; processo 4.1.06, AOAC, 2000) e matéria mineral (MM; procedimento 4.1.10, AOAC, 2000). A matéria orgânica (MO) foi obtida pela diferença entre a MS e a MM, obtida em forno mufla (QUIMIS/Q318S). O teor de proteína bruta (PB) foi estimado (teor de N x 6,25) por meio de um analisador de combustão (Modelo CNC-2000; Leco Corporation, St. Joseph, MI).

Os teores de fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido (FDN e FDA; processo 4.6.03; AOAC, 2000), foram determinados utilizando-se sacos de fibra e equipamento analisador de fibras (Fiber Analyzer, Ankom Tecnologia, Macedônia, Nova Iorque). Os teores de FDN foram corrigidos para proteína e cinzas. A hemicelulose (HEM) foi determinada pela diferença entre os resíduos de FDN e de FDA.

As análises de lignina (LIG), celulose (CEL) e sílica (SIL) foram realizadas por gravimetria, de acordo com Detmann et al. (2012). Inicialmente o resíduo de FDA foi imerso em H_2SO_4 72%, por 3 horas, para determinação da LIG, por solubilização. Posteriormente, os resíduos foram queimados em forno mufla (QUIMIS/Q318S). A celulose (CEL) correspondeu ao conteúdo consumido no processo pós-queima, enquanto a sílica (SIL) foi à fração remanescente.

A energia bruta (EB) foi determinada por meio de um calorímetro de bomba adiabática (Parr 6300 Calorimeter, Moline, IL), utilizando-se ácido benzóico como padrão de calibração.

A partir das análises químicas, calcularam-se os coeficientes de digestibilidade aparente da MS (CDMS), MO (CDMO), PB (CDPB), FDA (CDFDA), FDN (CDFDN), EB (CDEB), CEL (CDCEL), HEM (CDHEM), e o coeficiente de disponibilidade da MM (CDMM), bem como os teores dos nutrientes e energia digestíveis do farelo de acerola e das dietas, utilizando-se as equações descritas por Sakomura e Rostagno (2007).

As determinações de CAI nas dietas e nas fezes foram efetuadas por meio de determinação gravimétrica, conforme método adaptado de Van Keulen e Young (1977). Para tanto, utilizou-se 0,7 g de amostra, colocada em forno mufla com temperatura de 500 °C, por 8 horas. Em seguida adicionou-se, a cada amostra, 5 mL de ácido hidrocloreídrico (4 N) que foram levadas ao bloco digestor a 125°C, permanecendo por 45 minutos. Após estes procedimentos, foram filtradas em papel de filtro quantitativo.

Posteriormente, os filtros passaram por um procedimento de lavagem, secagem e incineração. Finalmente, pesaram-se as amostras para obtenção da porcentagem de cinza ácida insolúvel.

Para a determinação do óxido cromo-3, no experimento 1, as amostras das dietas e fezes foram submetidas à digestão nítrica-perclórica sendo, posteriormente, os extratos preparados e lidos em espectrofotômetro de absorção atômica.

Amostras de farelo de acerola foram encaminhadas ao Laboratório de Tecnologia dos Produtos Agrícolas, do Departamento de Tecnologia da FCAV - Unesp, Câmpus de Jaboticabal, para determinação do teor de ácido ascórbico, segundo Aoac (1997).

2.5. Análises estatísticas

Em ambos os experimentos, os dados foram analisados usando o procedimento MIXED do SAS® v.9.2 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA). Utilizou-se o delineamento em blocos casualizados, para controlar as diferenças no peso inicial. As análises de variâncias dos resultados foram testadas pela normalidade dos erros e homocedasticidade das variâncias (testes de Shapiro-Wilk e Brown-Forsythe, respectivamente).

No primeiro experimento, as médias das excreções de matéria seca fecal total e estimada foram comparadas pelo teste de Tukey (5%). No segundo experimento, as variáveis analisadas foram testadas quanto a efeitos linear e quadrático, por meio de contrastes ortogonais.

3. Resultados e Discussão

3.1. Avaliação biológica do Farelo de Acerola – Experimento 1

Não se observou diferença ($p>0,05$) entre as excreções de matéria seca fecal estimada e total para os suínos que receberam as dietas basal e teste (Tabela 3), o que demonstrou a acurácia da fórmula proposta por Berchielli et al. (2005). A adição de fibra

às dietas dos suínos proporcionou incremento ($p < 0,05$) de 86,66% e 74,54% nas excreções de matéria seca fecal estimada e total, respectivamente.

Este aumento era esperado, pois a suplementação de fibra nas dietas de suínos causa diminuição na digestibilidade da MS, resultando em maior excreção de MS nas fezes (VIEIRA et al., 2009).

A inclusão de teor acima de 10% de fibra bruta nas dietas de suínos proporciona aumento na quantidade de fezes excretadas (MARCATO e LIMA, 2006). As características físico-químicas dos ingredientes fibrosos, como capacidade de retenção de água e densidade, desempenham importante papel no aumento da quantidade de fezes excretadas (BAKARE et al., 2013 e NDOU et al., 2013). O que foi evidenciado no presente estudo.

Tabela 3. Valores médios e erro padrão da média (EPM), da excreção de matéria seca fecal (EMS), estimada e total, de suínos recebendo as dietas basal e teste.

Variáveis	Médias		EPM
	DB	DT	
EMS estimada, kg ⁽¹⁾	3,30 bA	6,16 aA	0,39
EMS total, kg	3,85 bA	6,72 aA	0,28
EPM	0,16	0,18	

⁽¹⁾ estimada através do F.I.; Médias seguidas de mesma letra, minúscula nas linhas e maiúscula nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Acima de 90% das paredes celulares das plantas são compostas por polissacáridos não-amiláceos, principalmente a celulose, hemicelulose e pectina. A celulose possui capacidade de fermentação limitada no trato gastrintestinal de suínos e por isso contribui para o aumento da excreção de matéria seca fecal (MOLIST et al., 2014).

O processo de recuperação da cinza ácido insolúvel (CAI) apresentou maior acurácia do que do óxido cromo-3 (Figura 1), sendo a melhor recuperação da CAI observada na dieta teste, em que os valores foram mais precisos.

Dentre os indicadores externos comumente utilizados em pesquisas com monogástricos, o óxido cromo-3 é bastante utilizado. No entanto, este material apresenta complexo processo de recuperação, além de suas concentrações serem

subestimadas, devido às suas características eletrostáticas, quando este componente encontra-se em contato com excretas e/ou dietas ricas em fibra (SAKOMURA e ROSTAGNO, 2007).

Porém, mesmo com as variações observadas no processo de recuperação de ambos os indicadores externos, não houve diferença ($p>0,05$) entre os coeficientes de digestibilidade/disponibilidade dos nutrientes e da energia (Tabela 4).

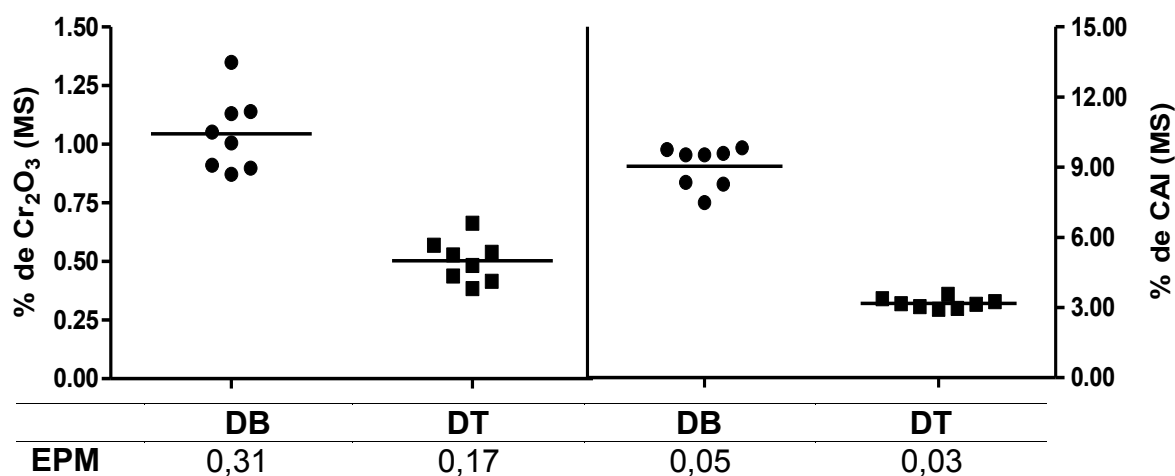


Figura 1. Porcentagem de recuperação do óxido cromo-3 (Cr_2O_3) e da cinza ácido insolúvel (CAI). EPM- Erro padrão da média.

Os resultados encontrados nesta pesquisa foram semelhantes aos observados por Timpone et al. (2008) ao avaliarem a digestibilidade aparente da polpa cítrica e da casca de soja, na piscicultura, para juvenis de pacu, utilizando os indicadores externos mencionados anteriormente. De forma contrária, Pozza et al. (2013) concluíram que o óxido cromo-3 utilizado como indicador externo, foi mais apropriado do que a lignina, celulose e a cinza ácido insolúvel naturalmente encontradas nas dietas. Ressalta-se que, com relação ao processo de recuperação dos indicadores, a cinza ácido insolúvel é recuperada por métodos gravimétricos, que possuem menor custo de execução (SAKOMURA e ROSTAGNO, 2007). Portanto, sugere-se a utilização da cinza ácida insolúvel para determinar a digestibilidade de alimentos, por coleta parcial, em suínos.

Para os coeficientes de digestibilidade/disponibilidade não foram encontradas diferenças ($p>0,05$) entre os marcadores (1% de CAI e 0,75% de óxido de cromo-3),

utilizados (Tabela 4). Os elevados teores de FDN, FDA e celulose contribuíram para os baixos coeficientes de digestibilidade / disponibilidade do farelo de acerola.

A composição química do farelo de acerola, no presente experimento não foi semelhante à apresentada por Lousada Jr et al. (2006), que observaram 71,9% de FDN, 54,7% de FDA, 35,1% de celulose, 17,2% de hemicelulose e 20,1% de lignina. Recentemente, Diógenes et al. (2014) obtiveram valores inferiores para os teores de MS, MM, PB, FDN, FDA E EB do farelo de acerola, sendo 53,75%; 2,74%; 8,25%; 63,05%; 54,11% e 1004,77 kcal EB.kg⁻¹ do produto, respectivamente.

Tabela 4. Composições química, valores médios dos coeficientes de digestibilidade / disponibilidade (CD), nutrientes e energia digestíveis (N/E-Dig) do farelo de acerola.

Nutrientes e energia	Composição Química	CD		Valor de F	N/E-Dig	
		CAI	Cr ₂ O ₃		CAI	Cr ₂ O ₃
MS, %	89,22	21,96	27,05	0,5158	19,59	24,13
MM, %	3,14	41,25	38,29	0,9467	1,29	1,20
MO, %	96,86	24,00	28,79	0,4665	23,24	27,88
PB, %	13,39	40,89	33,41	0,1677	5,74	4,47
FDA, %	63,78	4,35	5,93	0,2730	2,77	3,78
FDN, %	76,47	12,81	24,93	0,3878	9,79	19,06
CEL, %	45,90	4,42	11,23	0,2405	2,02	5,15
HEM, %	12,69	98,53	94,56	0,9163	12,50	11,99
EB, kcal.kg ⁻¹	4756	27,97	31,68	0,4989	1330	1507

Estas diferenças entre as composições químicas, obtidas nos diferentes experimentos são justificáveis, pois o farelo de acerola é um subproduto, ainda sem padronização, oriundo do processo de obtenção do suco, podendo conter porcentagens diferentes de cascas, sementes e polpa do fruto de acerola.

3.2. Desempenho e digestibilidade – Experimento 2

A inclusão de farelo de acerola às dietas de suínos proporcionou efeito quadrático ($p=0,0142$) no consumo diário de ração (Tabela 5), sendo a maior ingestão estimada de ração observada com a inclusão de 5,07% de farelo de acerola.

Para as demais variáveis, com exceção do peso inicial, verificaram-se efeitos lineares ($p < 0,0001$), com diminuição do peso final, do consumo diário de energia digestível, do ganho diário de peso e piora da conversão alimentar, à medida que os níveis de farelo de acerola aumentaram nas dietas. Os animais que receberam a dieta AC27 apresentaram ganho diário de peso 34,92% menor que aqueles alimentados com a dieta DB.

Tabela 5. Valores médios e erro padrão da média, dos pesos, consumo energético e desempenho de suínos alimentados com diferentes níveis de farelo de acerola nas rações.

Variáveis	Médias				EPM (%)	Contraste polinomial	
	DB	AC9	AC18	AC27		Linear	Quadrático
PI, kg	78,20	79,50	78,92	78,59	0,73	0,9314	0,5925
PF, kg	131,53	129,24	119,50	113,41	1,55	<0,0001	0,3767
CDR, kg	3,68	3,89	3,40	3,19	0,05	<0,0001	0,0142
CDED, kcal ED.dia ⁻¹	13958	13467	11515	9989	2,78	<0,0001	0,0756
GDP, kg	1,26	1,18	0,96	0,82	0,03	<0,0001	0,4739
CA	2,91	3,34	3,55	3,76	0,07	<0,0001	0,2287

PI – peso inicial; PF – peso final; CDR – consumo diário de ração; CDED – consumo diário de energia digestível; GDP – ganho diário de peso; CA – conversão alimentar; EPM- Erro padrão da média.

As equações de predição das variáveis avaliadas encontram-se na Tabela 6.

Tabela 6. Equações de predição das variáveis avaliadas em suínos alimentados com diferentes níveis de farelo de acerola nas rações.

Variáveis	b0	b1	b2	R ²
PF, kg	133,04	-0,712	-	0,95
CDR, kg	3,72	0,013	-0,0013	0,83
CDED, kcal ED.dia ⁻¹	59,96	-0,645	-	0,95
GDP, kg	1,28	-0,017	-	0,97
CA	2,97	0,030	-	0,96

PF – peso final; CDR – consumo diário de ração; CDED – consumo diário de energia digestível; GDP – ganho diário de peso; CA – conversão alimentar; EPM- Erro padrão da média.

Os altos teores de fibra nas dietas dos suínos podem diminuir o consumo voluntário devido ao preenchimento do intestino (DA SILVA et al., 2012 e ZHANG et al., 2013). Além disso, as fibras são fermentadas por bactérias intestinais existentes no cólon, resultando na produção de ácidos graxos de cadeia curta, principalmente o acetato, propionato e butirato, acrescida da secreção de peptídeos (tirosina e glucagon)

relacionados com a sensação de saciedade (DARZI et al., 2011 e DA SILVA et al., 2012).

Os suínos alimentados com a dieta contendo 27% de polpa de acerola apresentaram consumo diário de energia digestível, ganho diário de peso, peso final e conversão alimentar, 28,42%; 34,92%; 13,78% e 22,61% piores respectivamente, quando comparados àqueles que receberam a dieta basal.

Reduções lineares no ganho diário de peso também foram observadas por Fu et al. (2004), Whitney et al. (2006), Linneen et al. (2008) e Weimer et al. (2008) ao trabalharem com inclusões de 10, 20 e 30% de resíduos do processamento do milho para suínos (DDGS-milho), respectivamente. Xu et al. (2010) observaram que houve piora linear na conversão alimentar quando adicionaram 10, 20 e 30% de DDGS - milho às dietas de suínos. Piora na conversão alimentar de suínos também foram relatadas por Cordeiro et al. (2009), ao trabalharem com inclusões de 15 e 30% de cana-de-açúcar em dietas para suínos. Estes autores atribuíram estes resultados ao aumento dos teores de fibra nas dietas.

A inclusão de níveis crescentes de farelo de acerola promoveu redução energética das dietas em 11,39%, ao comparar a DB com a dieta AC27. Ao trabalharem com reduções energéticas semelhantes (11,66%), Gutierrez et al. (2013) relataram reduções lineares no ganho diário de peso e peso final de suínos em terminação.

3.3. Avaliação biológica e taxa de passagem das dietas experimentais – Experimento 2

O nível e o tipo de fibra nas dietas de suínos são considerados fatores importantes, pois afetam a palatabilidade e a digestibilidade das dietas (SOLÀ-ORIOL et al., 2009 e DE VRIES et al., 2012). A fibra dietética total (FDT) corresponde à soma dos carboidratos da dieta, que são parcialmente resistentes à digestão no intestino delgado, mas podem ser fermentados no intestino grosso (INSTITUTE OF MEDICINE, 2006). A FDT pode ser subdividida em fibra dietética solúvel (FDS) e fibra dietética insolúvel (FDI) (ZHANG et al., 2013).

As FDI's compostas, basicamente, de lignina, celulose e hemicelulose, diminuem o tempo de retenção da digesta, reduzindo a proliferação de agentes patogênicos no intestino delgado (TAVERNARI et al., 2008; KIM et al., 2012; HEO et al., 2013). No trato gastrintestinal, há a estimulação física, pela FDI, sobre suas paredes, resultando no aumento da motilidade e da taxa de passagem.

Os coeficientes de digestibilidade da fibra em detergente ácido (CDFDA) e celulose (CDCEL) não foram influenciados ($p>0,05$) pelo incremento de farelo de acerola nas dietas dos suínos (Tabela 7). Entretanto, observaram-se diminuições lineares ($p<0,0001$) para os coeficientes de digestibilidade da matéria seca (CDMS), da matéria orgânica (CDMO), da proteína bruta (CDPB), da fibra em detergente neutro (CDFDN), da hemicelulose (CDHEM) e da energia bruta (CDEB), conforme aumentaram os níveis de farelo de acerola nas dietas. Os coeficientes de digestibilidade da matéria orgânica, fibra em detergente neutro e hemicelulose diminuíram em 13,83; 27,63 e 16,02%, respectivamente, para a dieta AC27, quando comparada com a DB.

Tabela 7. Valores médios e erro padrão da média (EPM), dos coeficientes de digestibilidade/disponibilidade (CD) e taxa de passagem das rações contendo diferentes níveis de farelo de acerola.

Variáveis	Médias				EPM	Contraste polinomial	
	DB	AC9	AC18	AC27		Linear	Quadrático
CDMS, %	86,05	83,35	78,19	71,83	0,86	<0,0001	0,0654
CDMO, %	88,99	86,32	82,15	76,68	0,72	<0,0001	0,0710
CDMM, %	43,05	47,88	42,65	37,11	0,68	<0,0001	<0,0001
CDPB, %	80,13	76,41	72,96	67,16	0,82	<0,0001	0,2172
CDFDN, %	82,00	71,77	67,35	59,34	1,30	<0,0001	0,2666
CDFDA, %	51,17	44,23	46,03	47,39	1,16	0,3584	0,0787
CDCEL, %	54,53	47,15	47,57	47,79	1,15	0,0530	0,0948
CDHEM, %	88,19	83,92	81,49	74,06	0,97	<0,0001	0,2015
CDEB, %	86,43	83,75	79,45	74,01	0,73	<0,0001	0,1060
TP, horas	23,02	20,56	20,23	19,93	0,54	0,0014	0,7062

Apenas para o coeficiente de disponibilidade da matéria mineral (CDMM) encontrou-se efeito quadrático ($p < 0,0001$), com a maior disponibilidade estimada com a inclusão de 9,50% de farelo de acerola.

O maior teor de farelo de acerola adicionado às dietas aumentou linearmente ($p > 0,0014$), a taxa de passagem da digesta no trato gastrointestinal dos suínos, tendo em vista que os suínos que receberam a dieta AC27 apresentaram taxa de passagem, em média, 03h09 menor que a dos animais alimentados com a dieta DB.

A fibra dietética insolúvel, que corresponde à soma da lignina, celulose e hemicelulose, caracteriza-se por diminuir a taxa de passagem da digesta no intestino delgado de suínos (KIM et al., 2012; HEO et al., 2013; MOLIST et al., 2014). Neste experimento, de acordo com a Tabela 2, na fase I, a dieta AC27 apresentou aumento de 357,27; 1400,00 e 8,82%, para os teores de celulose, lignina e hemicelulose, respectivamente, o que pode ter influenciado na redução linear da taxa de passagem.

As equações de predição dos coeficientes de digestibilidade e de disponibilidade (CD), e taxa de passagem encontram-se na Tabela 8.

Tabela 8. Equações de predição das variáveis dos coeficientes de digestibilidade/disponibilidade (CD) e taxa de passagem das rações contendo diferentes níveis de farelo de acerola.

Variáveis	b0	b1	b2	R ²
MS, %	87,02	- 0,53	-	0,98
MO, %	89,70	- 0,45	-	0,97
MM, %	43,53	0,60	- 0,03	0,91
PB, %	80,52	- 0,47	-	0,98
FDN, %	80,97	- 0,80	-	0,98
HEM, %	88,63	- 0,49	-	0,95
EB, %	87,14	- 0,46	-	0,97
TP, horas	22,37	- 0,10	-	0,76

Os coeficientes de digestibilidade da matéria seca (CDMS), proteína bruta (CDPB) e energia bruta (CDEB) diminuíram 16,53%; 16,19% e 14,37%, respectivamente, para a dieta AC27, quando comparada com a DB. Tais resultados foram superiores aos encontrados por Zhang et al. (2013) que obtiveram reduções de

7,44%; 9,20% e 6,54% para estes mesmos coeficientes, ao incluírem 25% de polpa de beterraba (47,10% FDI) às dietas de suínos.

Tais reduções ocorrem quando as fibras insolúveis, no intestino delgado, sofrem hidratação formando uma barreira física, capaz de limitar o acesso das enzimas digestivas ao conteúdo interno das células diminuindo, assim, a digestão e absorção dos nutrientes (VANDERHOOF, 1998).

4. Conclusão

Devido às características de suas fibras, o farelo de acerola pode ser utilizado até o nível de 27%, como diluidor energético nas dietas de suínos abatidos pesados, porém é importante ressaltar que há piora no ganho diário de peso, no peso final e na conversão alimentar dos animais.

5. Agradecimentos

À FAPESP pelo financiamento da pesquisa, PROCESSO # 2011/22906-6, e pela bolsa de doutorado, PROCESSO # 2011/22563-1.

À NUTRA - Nutrição Animal pela doação do Farelo de Acerola.

6. Referências

- AGUIAR, T.M.; RODRIGUES, F.S.; SANTOS, E.R.; SABAA-SRUR, A.U.O. Caracterização química e avaliação do valor nutritivo de sementes de acerola. **Nutrire: Journal Brazilian Society Food Nutrition**, São Paulo-SP, v.35, n.2, p.91-102. 2010.
- AOAC - **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists International**. 16. ed. Washington: AOAC, v.2. p.37-10, 42-2, 44-3, 45-16. 1997.
- AOAC - **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists International**. 17. ed. AOAC int., Arlington, VA, USA. 2000.
- BAKARE, A.G.; NDOU, S.P.; CHIMONYO, M. Influence of physicochemical properties of fibrous diets on behavioural reactions of individually housed pigs. **Livestock Science**, v.157, p.527-534. 2013.
- BERCHIELLE, T.T.; OLIVEIRA, S.G.; CARRILHO, E.N.V.M.; FEITOSA, J.V.; LOPES, A.D. Comparação de marcadores para estimativas de produção fecal e de fluxo de digesta em bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.34, n.3, p.987-996, 2005.

CORDEIRO, M.D.; SOARES, R.T.R.N.; FERREIRA, R.A.; FONSECA, J.B.; DETMANN, E.; MERCADANTE, M.A. Cana-de-açúcar integral na alimentação de suínos em crescimento (30-60 kg). **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal** [Online], v.10, n.3, p.731-739, 2009.

COSTA E MOREIRA, F.R. Influência dos alimentos alternativos na reprodução de suínos. Anais do VII CONERA. **Acta Veterinaria Brasilica**, v.8, Supl. 2, p. 309-310, 2014.

DA SILVA, C.S.; VAN DEN BORNE, J.J.; GERRITS, W.J.; KEMP, B. BOLHUIS, J.E. Effects of dietary fibers with different physicochemical properties on feeding motivation in adult female pigs. **Physiology & Behavior**, v.107, p.218-230. 2012.

DARZI, J.; FROST, G.S.; ROBERTSON, M.D. Postgraduate Symposium. Do SCFA have a role in appetite regulation? **Proceedings of the Nutrition Society**, v.70, p.119-128, 2011.

DE VRIES S.; PUSTJENS A.M.; SCHOLSB H.A.; HENDRIKSA W.H.; GERRITS J.J. Improving digestive utilization of fiber-rich feedstuffs in pigs and poultry by processing and enzyme technologies: A review. **Animal Feed Science and Technology**. v.4, p.123-138. 2012.

DETMANN, E. et al. **Métodos de análises de alimentos: INCT - Ciência Animal**. Viçosa: Suprema Gráfica e Editora, 2012. 214p.

DIÓGENES, G.V.; ARRUDA, A.M.V.; VASCONCELOS, N.V.B.; FERNANDES, R.T.V.; MARINHO, G.B.M.; LOPES, F.F.; SILVA, B.V.A.; PAIVA, C.C.P.L. Digestibilidade do resíduo agroindustrial de acerola em rações para aves. **XXIV CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA – ZOOTEC / 2014**. Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória-ES. 2014.

FRAGA, A.L.; THOMAZ, M.C.; KRONKA, R.N.; BUDIÑO, F.E.L.; HUAYNATE, R.A.R.; SCANDOLERA, A.J.; RUIZ, U.S.; D'ANGELIS, F.H.F. Qualitative-Feed-Restricted Heavy Swine: Meat Quality and Morpho-Histochemical Characteristics of Muscle Fibers. **Brazilian Archives of Biology and Technology**. v.52 n.5, p. 1145-1156, 2009b.

FRAGA, A.L.; THOMAZ, M.C.; KRONKA, R.N.; BUDIÑO, F.E.L.; HUAYNATE, R.A.R.; SCANDOLERA, A.J.; RUIZ, U.S.; NADAI, A. Qualitative feed restriction for heavy swines: effect on digestibility and weight of organs of digestive tract, and environmental impact of feces. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.61, n.6, p.1353-1363, 2009a.

FU, S.X., JOHNSTON, M., FENT, R.W., KENDALL, D.C., USRY, J.L., BOYD, R.D., & ALLEE, G.L. Effect of corn distiller's dried grains with solubles (DDGS) on growth, carcass characteristics, and fecal volume in growing finishing pigs. **Journal of Animal Science**, v.82 (Supl. 2), p.80, 2004.

GUTIERREZ, N.A.; KERR, B.J.; PATIENTE, J.F. Effect of insoluble-low fermentable fiber from corn-ethanol distillation origin on energy, fiber, and amino acid digestibility, hindgut degradability of fiber, and growth performance of pigs. **Journal of Animal Science**. v.91, p.5314-5325, 2013.

- HEO, J.M.; OPAPEJU, F.O.; PLUSKE, J.R.; KIM, J.C.; HAMPSON, D.J.; NYACHOTI, C.M. Gastrointestinal health and function in weaned pigs: a review of feeding strategies to control post-weaning diarrhoea without using in-feed antimicrobial compounds. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v.97, p.207-237, 2013.
- INSTITUTE OF MEDICINE. Dietary, functional, and total dietary fiber. Washington, DC: **National Academic Press**; 2006. p. 340-421.
- JUNQUEIRA, K. P.; PIO, R.; VALE, M. R. do; RAMOS, J. D. Cultura da aceroleira (Malpighia glabra L.). Disponível em: <<http://www.editora.ufla.br/Boletim/pdfextensao/bol26.pdf>>. Acesso em: 13 mai. 2011.
- KERR, B.J. & SHURSON, G.C. Strategies to improve fiber utilization in swine. **Journal of Animal Science and Biotechnology**. v.4 (11), p.12, 2013.
- KIM, J.C. HANSEN, C.F.; MULLAN, B.P.; PLUSKE, J.R. Nutrition and Pathology of weaner pigs: nutritional strategies to support barrier function in the gastrointestinal tract. **Animal Feed Science and Technology**, v.173, p.3-16. 2012.
- KUNRATH, M.A.; KESSLER, A.M.; RIBEIRO, A.M.L.; VIEIRA, M.M.; SILVA, G.L.; PEIXOTO, F.D. Metodologias de avaliação do valor nutricional do farelo de arroz desengordurado para suínos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, n.10. 2010.
- LINNEEN, S.K., DEROUCHY, J.M., DRITZ, S.S., GOODBAND, R.D., TOKACH, M.D. & NELSEN, J.L. Effects of dried distillers grains with solubles on growing and finishing pig performance in a commercial environment. **Journal of Animal Science**, v.86, p.1579-1587. 2008.
- LOUSADA Jr, J.E.; COSTA, J.M.C.; NEIVA, J.N.M.; RODRIGUEZ, N.M. 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.
- MARCATO, S.M. & LIMA, G.J.M.M. Efeito da retirada de microminerais e fibra sobre a composição e quantidade das fezes e urinas excretadas pelos suínos em crescimento. **Revista da Faculdade de Zootecnia Veterinária e Agronomia**, v.13, n.1, p.149-162, 2006.
- MOLIST, F.; VAN OOSTRUM, M. PÉREZ, J.F.; MATEOS, G.G.; NYACHOTI, C.M.; VAN DER AAR, P.J. Relevance of functional properties of dietary fibre in diets for weanling pigs. **Animal Feed Science and Technology**, v.189, p.1-10, 2014.
- NDOU, S.P., GOUS, R.M., CHIMONYO, M. Prediction of scaled feed intake in weaner pigs using physicochemical properties of fibrous diets. **British Journal of Nutrition**. v.1, p.1-7, 2013.
- POZZA, P.C.; GOMES, P.C.; POZZA, M.S.S.; NUNES, R.V.; FERREIRA, R.A.; RODRIGUEIRO, R.J.B. Use of markers to determine the ileal digestibility of amino acids for swine. **Revista Ciência Agrotécnica**, Lavras, v.37, n.3, p.259-265, 2013.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, P.C.; OLIVEIRA, R.F.; LOPES, D.C.; FERREIRA, A.S.; BARRETO, S.L.T.; EUCLIDES, R.F. **Tabelas brasileiras para aves e suínos – Composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa: Imprensa Universitária/UFV, 2011. 252p.

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

SOLÀ-ORIO D.; ROURA E.; TORRALLARDONA D. Feed preference in pigs: Effect of cereal sources at different inclusion rates. **Journal of Animal Science**. v.4, p.562-570. 2009.

TAVERNARI, C.F.; CARVALHO, A.T.; ASSIS, P.A.; LIMA, D.J.H. Polissacarídeo Não-Amiláceo Solúvel na Dieta de Suínos e Aves. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.5, n.5, p.673-689. 2008.

TIMPONE, I.T.; FERNANDES, J.B.K.; SCHORER, M.; FABREGAT, T.P.E.H. Digestibilidade aparente da casca de soja e da polpa cítrica para juvenis de pacu (*Piaractus Mesopotamicus*) utilizando dois marcadores externos. **Revista Acadêmica. Ciências Agrárias Ambientais**, Curitiba, v.6, n.4, p.465-473. 2008.

VAN KEULEN, J. & YOUNG, B.A. Evaluation of acid-insoluble ash as natural marker in ruminant digestibility studies. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.44, n. 2, p.282-287, 1977.

VANDERHOOF, J.A. Immunonutrition: the role of carbohydrates. **Nutrition Research**. New York, v.14, n.7/8, 1998.

VIEIRA, M.S.; SANTOS, V.M.; COSTA, A.D.; VIEIRA, A.A.; MENDES, T.C.M.; DIAS, J. MAIA, M.R. Determinação dos teores de nitrogênio, fósforo e potássio nas fezes de suínos em terminação alimentados com rações contendo bagaço de cevada. In: **ZOOTEC 2009** - Águas de Lindóia, SP. FZEA/USP-ABZ.

WEIMER, D., STEVENS, J., SCHINCKEL, A., LATOUR, M. & RICHERT, B. Effects of feeding increasing levels of distillers dried grains with solubles to grow-finish pigs on growth performance and carcass quality. **Journal of Animal Science**, v.86 (Suppl. 2), p.51. 2008.

WHITNEY, M.H., SHURSON, G.C., JOHNSON, L.J., WULF, D.M. & SHANKS, B.C. Growth performance and carcass characteristics of grower-finisher pigs fed high-quality corn distillers dried grain with solubles originating from a modern Midwestern ethanol plant. **Journal of Animal Science**, v.84, p.3356-3363. 2006.

WOYENGO, T.A.; BELTRANENA, E. and ZIJLSTRA, R.T. NONRUMINANT NUTRITION SYMPOSIUM: Controlling feed cost by including alternative ingredients into pig diets: A review. **Journal of Animal Science**. v.92, p.1293-1305, 2014.

XU, G., BAIDOO, S.K., JOHNSTON, L.J., BIBUS, D., CANNON, J.E. & SHURSON, G.C. Effects of feeding diets containing increasing content of corn distillers dried grains with solubles to grower-finisher pigs on growth performance, carcass composition, and pork fat quality. **Journal of Animal Science**, v.88. p.1398-1410, 2010.

ZANFI, C. & SPANGHERO, M. Digestibility of diets containing whole ear corn silage for heavy pigs (Short communication). **Livestock Science**. v.145, Issues 1-3, p.287-291, 2012.

ZHANG, W.; LI, D.; LIU, L.; ZANG, J.; DUAN, Q.; YANG, W.; ZHANG, L. The effects of dietary fiber level on nutrient digestibility in growing pigs. **Journal of Animal Science and Biotechnology**, v.4, p.1-7, 2013.

CAPÍTULO 3- EFEITOS DA INCLUSÃO DE FARELO DE ACEROLA SOBRE AS CARACTERÍSTICAS DE CARCAÇA E QUALIDADE DA CARNE DE SUÍNOS PESADOS

RESUMO: Objetivou-se determinar o nível ideal de inclusão do farelo de acerola nas dietas de suínos abatidos pesados, quanto às características de carcaças, qualidade da carne e peso dos órgãos do sistema digestório dos animais. Quarenta e oito suínos, com peso inicial de $78,81 \pm 5,10$ e final de $123,42 \pm 10,76$ kg, foram alocados em delineamento em blocos casualizados, com quatro tratamentos (dieta basal - DB e inclusões crescentes de 9 - AC9, 18 - AC18 e 27% - AC27 de farelo de acerola) e 12 repetições. O incremento de fibra às dietas dos suínos proporcionou reduções no peso final das carcaças. Ao comparar as carcaças dos animais que receberam a dieta basal com aqueles alimentados com a AC27, observaram-se reduções de 23,65% na espessura média de toucinho e de 39,84% na área de gordura, havendo, no entanto, aumentos de 10,44% na porcentagem de carne magra das carcaças dos animais que receberam a dieta AC27. As características qualitativas das carcaças não foram influenciadas pelos altos teores de fibra. Observaram-se aumentos no peso de estômago ($p < 0,0001$) e do ceco ($p = 0,0010$), e efeito quadrático sobre o peso do pâncreas ($p = 0,0235$), com o menor peso estimado com a inclusão de 6,75% desta fonte de fibra. Sugere-se a inclusão de até 27% de farelo de acerola às dietas de suínos abatidos pesados, pois há diminuição na espessura de toucinho média, na área de gordura, na relação gordura/carne e aumento na porcentagem de carne magra, sem afetar os parâmetros de qualidade de carne.

Palavras-chave: ácidos graxos nos músculos, análise sensorial, fibra dietética, lipídeos, *Longissimus dorsi*

1. Introdução

O constante crescimento da população mundial, alavanca a demanda, numa escala de médio e longo prazos, por proteína animal de alta qualidade (KRISTENSEN et al., 2014). Várias são as ações realizadas pelo setor suinícola no Brasil, com o intuito de aumentar o consumo de carne suína.

A tendência da indústria é o abate de animais com cerca de 130 kg, pois possibilita a obtenção de cortes mais elaborados (ABCS, 2009), melhora o desempenho produtivo e pode influenciar na qualidade da carcaça (LATORRE et al., 2009).

Suínos pesados são mais propensos ao acúmulo de gordura (MOREIRA et al., 2007). Em alguns países os consumidores tendem a recusar o alto teor de gordura da carne. No entanto, os lipídeos e os ácidos graxos sejam no tecido adiposo ou no muscular contribuem de forma importante para vários aspectos da qualidade da carne (WOOD et al., 2008).

Na tentativa de reduzir a deposição de gordura, o incremento de fibra, proporciona uma estratégia nutricional que consiste na diluição energética das dietas dos suínos (WOYENGO et al., 2014), e possibilita manter a produção de carne magra, refletindo na melhor tipificação das carcaças (FRAGA et al., 2008). Portanto, o uso de ingredientes com elevados teores de fibras, adicionados às dietas de suínos abatidos pesados, como diluidores energéticos, torna-se uma estratégia interessante.

O Brasil apresenta condições ideais para o cultivo da acerola, produz cerca de 32.990 toneladas/ano, destinadas à produção de sucos e polpas (PEREIRA et al., 2013). Como resíduo deste processamento, o farelo de acerola caracteriza-se por ser uma excelente fonte de fibra, pois apresenta 94,79% de matéria seca, 81,57% de fibra em detergente neutro, 59,90% de fibra em detergente ácido e 30,79% de lignina (MANERA et al., 2014).

Diante do exposto, objetivou-se com este estudo, determinar o nível ideal de inclusão do farelo de acerola nas dietas de suínos abatidos pesados, que propicie melhor composição e características de carcaças aos animais.

2. Materiais e Métodos

Os procedimentos experimentais utilizados neste experimento foram analisados e aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA), da Universidade Estadual Paulista / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, sob o Protocolo #: 013252/11. Os animais foram criados de acordo com os princípios éticos na experimentação animal do Colégio Brasileiro de Experimentação (COBEA).

2.1. Instalações, dietas experimentais e desempenho

O ensaio foi conduzido nas instalações experimentais do Setor de Suinocultura do Departamento de Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - Unesp, Câmpus de Jaboticabal.

Quarenta e oito suínos, machos castrados oriundos de granja comercial, foram alojados em baias individuais com 2,55 m² cada, equipadas com comedouros semi-automáticos e bebedouros do tipo chupeta.

Os animais foram alocados, de acordo com o peso inicial, em quatro tratamentos experimentais com doze repetições, segundo o delineamento em blocos casualizados. A unidade experimental foi constituída por um animal.

Os tratamentos experimentais foram compostos pela dieta basal e três níveis crescentes de farelo de acerola: Dieta basal -DB; Dieta contendo 9% de farelo de acerola -AC9; Dieta contendo 18% de farelo de acerola - AC18 e Dieta contendo 27% de farelo de acerola -AC27. As dietas (isoproteicas e isolisínicas) foram formuladas para atender as exigências indicadas por Rostagno et al. (2011), para suínos de alto potencial genético, nas seguintes fases: I - dos 78,81 ± 5,10 aos 99,67 ± 4,08 kg de peso; II - dos 99,67 ± 4,08 aos 123,42 ± 10,76 kg de peso (Tabela 1).

Tabela 1. Composições centesimal, química e energética das dietas fornecidas aos suínos, nas fases I e II, do experimento 2.

Ingredientes, %	Fase I				Fase II			
	DB	AC9	AC18	AC27	DB	AC9	AC18	AC27
Milho comum	76,89	69,70	61,11	53,64	80,59	73,18	65,68	58,17
Farelo de soja, 45%	19,39	17,81	17,23	15,40	16,10	14,49	12,72	10,95
Farelo de acerola	-	9,00	18,00	27,00	-	9,00	18,00	27,00
Caulim (inerte)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Fosfato bicálcico	0,87	0,91	0,95	0,99	0,80	0,84	0,88	0,93
Óleo de soja	0,43	-	-	-	0,19	-	-	-
Calcário	0,61	0,60	0,58	0,57	0,57	0,56	0,55	0,54
Sal comum	0,35	0,36	0,36	0,37	0,33	0,33	0,34	0,34
L-Lisina. HCl, 78%	0,25	0,32	0,36	0,44	0,25	0,32	0,39	0,47
Pré-mistura vit.-min. ⁽¹⁾	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
L-Treonina, 98%	0,06	0,10	0,13	0,18	0,04	0,09	0,14	0,18
DL-Metionina, 99%	0,05	0,09	0,12	0,17	0,03	0,07	0,11	0,16
L-Triptofano, 98%	-	0,01	0,02	0,04	-	0,02	0,03	0,04
L-Valina, 99%	-	-	0,04	0,10	-	-	0,06	0,12
Total, kg	100	100	100	100	100	100	100	100
Valores calculados ⁽²⁾								
Energia dig. aparente, kcal.kg ⁻¹	3788	3654	3424	3238	3798	3670	3482	3263
Proteína bruta, %	15,53	15,53	15,53	15,53	13,92	13,92	13,92	13,92
Cálcio, %	0,51	0,51	0,51	0,51	0,47	0,47	0,47	0,47
Fósforo disponível, %	0,25	0,25	0,25	0,25	0,23	0,23	0,23	0,23
Fibra bruta, %	2,35	5,48	8,55	11,63	2,25	5,32	8,40	11,47
FDN, % ⁽³⁾	22,23	20,06	26,22	29,89	23,52	23,09	34,77	45,67
FDA, % ⁽³⁾	3,42	6,61	11,89	16,68	3,06	7,99	13,30	19,98
Lignina, % ⁽³⁾	0,10	0,32	0,84	1,50	0,08	0,47	0,91	2,11
Celulose, % ⁽³⁾	3,30	6,27	10,97	15,09	2,96	7,46	12,20	17,52
Hemicelulose, % ⁽³⁾	18,80	13,45	14,33	13,21	20,46	15,10	21,47	25,69
Sílica, % ⁽³⁾	0,01	0,02	0,07	0,08	0,01	0,05	0,18	0,34
Lisina. dig., %	0,82	0,82	0,82	0,82	0,74	0,74	0,74	0,74
Metionina dig., %	0,25	0,25	0,25	0,25	0,23	0,23	0,23	0,23
Treonina dig., %	0,55	0,55	0,55	0,55	0,50	0,50	0,50	0,50
Triptofano dig., %	0,14	0,14	0,14	0,14	0,13	0,13	0,13	0,13
Valina dig., %	0,57	0,57	0,57	0,57	0,51	0,51	0,51	0,51
Sódio, %	0,16	0,16	0,16	0,16	0,15	0,15	0,15	0,15
Vitamina C, ppm ⁽³⁾	-	3,85	7,71	11,56	-	3,85	7,71	11,56

⁽¹⁾Pré-mistura vitamínico-mineral – quantidade por kg do produto: 500 mg de Ácido Fólico, 150 mg de Selênio, 10.000 mg de Cobre, 15.000 mg de Pantotenato de Cálcio, 100 mg de Biotina, 23.000 mg de Manganês, 400 mg de Iodo, 20.000 mg de Niacina, 6.000.000 U.I. de Vitamina A, 1.257 mg de Vitamina B1, 15.000 µg de Vitamina B12, 3.336 mg de Vitamina B2, 1.257 mg de Vitamina B6, 1.500.000 U.I. de Vitamina D3, 13.000 U.I. de Vitamina E, 2.000 mg de Vitamina K, 80.000 mg de Zinco, 110.000 mg de Ferro, 100 mg de Antioxidante (B.H.T.); ⁽²⁾ Valores nutricionais dos ingredientes propostos por ROSTAGNO et al. (2011); ⁽³⁾ Valores obtidos por meio de análise laboratorial.

Inicialmente, determinaram-se os valores de proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e energia digestível do farelo

de acerola, e em seguida estes foram considerados na formulação das dietas. Já os níveis de inclusão do farelo de acerola foram determinados por meio de uma correlação com os teores de FDN, FDA, celulose e hemicelulose, utilizadas por Fraga (2009 a, b).

Os animais foram submetidos a período de adaptação (dos $74,99 \pm 5,71$ aos $78,81 \pm 5,10$ kg e com 121 dias de idade) às instalações e dietas, recebendo duas refeições diárias, às 8h e às 17h. Após o período de adaptação, iniciou-se o ensaio de desempenho, com os animais recebendo as dietas pré-determinadas, até atingirem $123,42 \pm 10,76$ kg de peso, com aproximadamente 161 dias de idade, quando foram abatidos. Nesse período, toda a ração fornecida e as sobras foram pesadas diariamente.

2.2. Manejo e abate dos animais

Os animais foram abatidos aos $123,42 \pm 10,76$ kg de peso, no dia seguinte à última pesagem. Os suínos foram transportados à cidade de Guariba-SP, localizada a 31 quilômetros de Jaboticabal-SP. O transporte foi realizado no período da manhã, pelo caminhão do frigorífico, e teve duração de 30 minutos. No momento do abate, os suínos foram atordoados, por meio de descarga elétrica, seguida pelos procedimentos de sangria, depilação e evisceração.

2.3. Características de carcaça

Após a retirada das vísceras, as carcaças foram serradas longitudinalmente ao meio e pesadas. Relacionando-se o peso das meias carcaças com o peso vivo após o jejum, obteve-se o rendimento de carcaça. Em seguida, as meias carcaças foram levadas à câmara fria (4° C) e após 24 horas foram avaliadas.

Seguindo o Método Brasileiro de Classificação de Carcaças (ABCS, 1973), na meia carcaça direita de cada animal foram realizadas as seguintes medidas: comprimento de carcaça, espessura de toucinho média, resultante das espessuras de toucinho na altura das primeira e última vértebras torácicas e última vértebra lombar, peso e rendimento do pernil, área de olho de lombo, área de gordura e relação

gordura/carne, obtida por meio da divisão da área de gordura pela área de olho de lombo.

Foram também realizadas as seguintes mensurações: peso da carcaça quente, sem patas e cabeça (PCQ), espessura de toucinho (ET) e profundidade de lombo (PL), obtidas entre a última e a penúltima costelas, a seis centímetros da linha dorsal média, sendo estas duas últimas medidas tomadas na meia carcaça direita resfriada, com auxílio de um paquímetro, de modo a simular a leitura efetuada com a pistola de tipificação.

Com os valores de PCQ, ET e PL foram, então, calculadas a quantidade de carne magra (QCM) e a porcentagem de carne magra (%CM), de acordo com as seguintes equações propostas por Guidoni (2000):

$$QCM = 7,38 - 0,48 \times ET + 0,059 \times PL + 0,525 \times PCQ$$

$$\%CM = 65,92 - 0,685 \times ET + 0,094 \times PL - 0,026 \times PCQ$$

Com os valores de %CM e PCQ, determinou-se o índice de bonificação (IB), sendo este um fator de correção do valor da carcaça, expresso em porcentagem, conforme descrito por Fávero et al. (1997) e indicado a seguir:

$$IB = 37,004721 + 0,094412 \times PCQ + 1,144822 \times \%CM - 0,000053067 \times PCQ \times \%CM + 0,000018336 \times PCQ^2 + 0,000409 \times \%CM^2$$

2.4. Qualidade da carne

Decorridos 45 minutos do abate, foi mensurado o pH (pH45') nos músculos *Longissimus* e *Semimembranosus* da meia carcaça direita de cada animal, sendo o pH novamente mensurado, nos mesmos locais, após 24 horas (pH24h), com as carcaças mantidas sob refrigeração (4°C).

Da meia carcaça direita de cada animal, foi colhida uma amostra de, aproximadamente, 15 cm do músculo *Longissimus*, e retirada a camada de gordura

adjacente ao músculo. Esta amostra de músculo foi levada ao Laboratório de Tecnologia de Produtos de Origem Animal do Departamento de Tecnologia da FCAV - Unesp, Câmpus de Jaboticabal, onde foram realizadas as análises físicas da carne.

Para medir a capacidade de retenção de água da carne crua, amostras de aproximadamente 2 g foram dispostas entre duas folhas de papel filtro e submetidas à pressão exercida por um peso de 10 kg durante 5 minutos (HAMM, 1986), pesando novamente as amostras sendo os resultados, expressos em porcentagem.

Na determinação da coloração, cortes de aproximadamente 2 cm de espessura foram obtidos das amostras, sendo expostos ao ar por 40 minutos para reação da mioglobina com o oxigênio atmosférico (SHIMOKOMAKI, 2003). As medidas de coloração foram obtidas com o aparelho da marca MINOLTA, operado no sistema CIELAB, encontrando os valores de L^* (indicação de luminosidade), a^* (indicação do teor de vermelho) e b^* (indicação do teor de amarelo) da carne (MINOLTA, 1998). Com os valores de a^* e b^* , foi possível obter o croma (C) e a tonalidade (H), segundo equações propostas por Bridi e Silva (2009c).

Em seguida, os cortes foram levados ao forno pré-aquecido (170°C) até atingirem a temperatura, no centro geométrico da amostra, de 75°C. Logo após, as amostras foram resfriadas em temperatura ambiente e novamente pesadas, determinando-se as perdas por cocção (perdas evaporativas, por gotejamento e total), expressas em porcentagem de água exsudada em relação ao peso da amostra inicial (PURCHAS, 2002). Após a cocção, as amostras foram cortadas na forma cilíndrica e submetidas ao aparelho TEXTURE ANALYZER TA-XT-125, para mensuração da força de cisalhamento, expressa em $\text{kgf} \cdot (\text{cm}^2)^{-1}$ (LYON et al., 1998).

Para avaliar as perdas de água por gotejamento, amostras de aproximadamente 110 g, livres de gordura, foram suspensas em redes de nylon seladas, dentro de sacos plásticos e assim permanecendo em câmara fria, à temperatura de 4°C, por 48 horas. A perda de água por gotejamento foi calculada pela diferença entre os pesos inicial e final da amostra, sendo expressa em porcentagem (BOCCARD et al., 1981).

A análise de oxidação lipídica foi realizada observando-se a reatividade de substâncias com o ácido 2-tiobarbitúrico (TBA), em amostras sob temperatura de

refrigeração, de acordo com o método descrito por Pikul et al. (1989). Os resultados foram expressos em mgTMP.g^{-1} .

A concentração de lipídeos totais foi determinada por Soxhlet, segundo Aoac (2005) e o teor de colesterol foi determinado por colorimetria, de acordo com Bohac et al. (1988), adaptado por Bragagnolo e Rodriguez-Amaya (1995).

As análises de umidade e cinzas foram realizadas de acordo com método proposto por Bridi e Silva (2009a). Inicialmente as amostras de carne, acondicionadas em saquinhos plásticos, foram descongeladas *overnight* em geladeira. Em seguida, após a retirada da gordura e do tecido conectivo, as amostras foram trituradas em micro-processador e colocadas novamente em saquinhos plásticos. Placas de Petri foram identificadas, secas em estufa e tiveram seu peso anotado, em balança analítica. Cerca de 5 gramas da amostra triturada foi pesada e colocada nas Placas de Petri. Posteriormente foram levadas a estufa, a 105 °C *overnight*, para a efetiva secagem do material. Posteriormente as placas foram transferidas a um dessecador, por no mínimo uma hora, e pesadas em balança analítica.

Em seguida, para a determinação das cinzas, o conteúdo das placas foi triturando em recipiente de porcelana com auxílio de um socador. Transferido a um cadinho, identificado e com peso conhecido, anotou-se o peso das amostras e procedeu-se a carbonização destas, a baixa temperatura, em bico de Bunsen, até que não houvesse mais fumaça sendo liberada das amostras. Finalmente inseriram-se os cadinhos de porcelana na mufla (QUIMIS/Q318S) para a incineração da amostra até a transformação do material em cinza.

As amostras de carne também foram submetidas à análise sensorial, por painel não treinado, por meio do Teste de Ordenação (BRIDI e SILVA, 2009b). Neste caso, utilizou-se 100 pessoas escolhidas aleatoriamente para participarem do teste, determinando-se a cor, o sabor, a maciez e a aceitação global.

2.5. Análise do perfil de ácidos graxos da carne

Na análise de ácidos graxos, foram realizadas extrações lipídicas por solubilização em clorofórmio-metanol (2:1), sendo determinado o conteúdo de lipídeos totais (BLIGH e DYER, 1959), após secagem do extrato.

Os extratos concentrados de lipídeos obtidos em rotoevaporador (60°C) foram processados, sendo realizada a esterificação dos ácidos graxos (BRAGAGNOLO e RODRIGUEZ-AMAYA, 2002) e foram analisados em cromatógrafo gasoso Shimadzu 14B, equipado com detector de ionização de chama e coluna capilar de sílica fundida. A identificação dos picos foi feita por comparação dos tempos de retenção com os de padrões de ésteres metílicos de ácidos graxos Sigma.

2.6. Pesos dos órgãos

Logo após o abate e evisceração dos animais, os órgãos do sistema digestório foram separados. Foram feitas as pesagens do estômago, intestino delgado, ceco e cólon vazios, e também do fígado e pâncreas, conforme descrito por POND et al. (1988).

3. Delineamento experimental e análises estatísticas

Os dados foram analisados usando o procedimento MIXED do SAS® v.9.2 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA). Utilizou-se o delineamento em blocos casualizados, para controlar as diferenças no peso inicial. As análises de variâncias dos resultados foram testadas pela normalidade dos erros e homocedasticidade das variâncias (testes de Shapiro-Wilk e Brown-Forsythe, respectivamente).

As variáveis analisadas foram testadas quanto a efeitos linear e quadrático, por meio de contrastes ortogonais.

4. Resultados e discussão

4.1. Características de carcaça

O peso da carcaça quente, o peso da carcaça após 24h sob-refrigeração, a espessura de toucinho média, a área de gordura, a relação gordura/carne, o peso do pernil, a espessura de toucinho e a quantidade de carne magra diminuíram linearmente ($p < 0,0001$), conforme aumentaram os níveis de farelo de acerola nas dietas (Tabela 3), enquanto o rendimento de carcaça, o comprimento de carcaça, a área de olho de lombo, o rendimento do pernil, a profundidade de lombo e o índice de bonificação não foram afetados ($p > 0,05$) pelos níveis utilizados. Houve, no entanto, aumento linear na % de carne magra, devido ao menor peso das carcaças dos animais que receberam mais fibra em suas dietas.

Tabela 3. Valores médios e erro padrão da média, das características de carcaça de suínos recebendo diferentes níveis de farelo de acerola nas dietas.

Variáveis	Médias				EPM	Regressão polinomial	
	DB	AC9	AC18	AC27		Linear	Quadrática
PF, kg	131,53	129,24	119,50	113,41	1,55	<0,0001	0,3550
PCQ, kg	103,89	101,60	92,97	85,99	1,30	<0,0001	0,1248
PC24, kg	102,24	100,38	91,82	84,90	1,29	<0,0001	0,1312
RC, %	78,98	78,61	77,79	75,82	0,35	0,2100	0,5682
CC, cm	100,93	99,57	98,82	98,98	0,41	0,0861	0,3706
ETm, mm	34,08	33,83	30,33	26,02	0,70	<0,0001	0,0789
AOL, cm ²	50,30	52,23	49,29	49,09	0,79	0,3484	0,4915
AG, cm ²	25,75	24,90	19,80	15,49	0,79	<0,0001	0,0694
Rel GC	0,53	0,48	0,40	0,31	0,01	<0,0001	0,3531
PP, kg	14,42	14,39	13,25	12,44	0,18	<0,0001	0,1708
RP, %	28,11	28,67	28,86	29,31	0,18	0,0829	0,8764
ET, mm	21,92	19,81	17,34	13,78	0,76	<0,0001	0,5369
PL, mm	70,98	72,75	71,52	67,61	0,98	0,2014	0,1535
QCM, kg	55,58	55,50	52,08	49,90	0,54	<0,0001	0,2358
% CM	54,87	56,54	58,34	60,60	0,55	<0,0001	0,7383
IB, %	1,07	1,09	1,08	1,09	0,01	0,2838	0,2924

PF- Peso final; PCQ- Peso da carcaça quente; PC24- Peso da carcaça 24h após o abate; RC- Rendimento de carcaça; CC- Comprimento de carcaça; ETm- Espessura de toucinho média; AOL- Área de olho de lombo; AG- Área de gordura; Rel GC- Relação gordura/carne; PP- Peso do pernil; RP- Rendimento do pernil; PCQ- Peso da carcaça quente; ET- Espessura de toucinho; PL- Profundidade de lombo; QCM- Quantidade de carne magra na carcaça; % CM- Porcentagem de carne magra; IB- Índice de bonificação; EPM- Erro padrão da média.

Resultados observados, neste experimento, para rendimento de carcaça foram discordantes dos verificados anteriormente por Beaulieu et al. (2009), quando alimentaram suínos com dietas contendo 3090 e 3570 kcal ED.kg⁻¹ e notaram um aumento no rendimento de carcaça com a elevação nos níveis de energia digestível nas dietas. No entanto, Câmara et al. (2014), também encontraram reduções na % de carne magra e na espessura de toucinho média, quando alimentaram suínos com níveis crescentes de fibra dietética e, conseqüentemente, decrescentes de energia líquida (kcal.kg⁻¹) nas dietas. Estes autores, porém, observaram diminuição no rendimento do pernil, diferentemente dos resultados observados no presente experimento.

De modo semelhante, Suarez-Belloch et al. (2013), também verificaram diminuições no peso do pernil, e nas porcentagens e quantidades de carne magra, quando forneceram aos suínos dietas cujos níveis de energia líquida variaram de 2280 a 2420 kcal.kg⁻¹.

O incremento de farelo de acerola nas dietas dos animais proporcionou acentuada redução no teor de gordura das carcaças. A dieta contendo 27% desta fonte de fibra reduziu em 39,84% a área de gordura das carcaças, quando comparadas com aquelas cujos animais receberam a dieta basal. Conseqüentemente, a relação gordura/carne, a espessura de toucinho média e o peso final das carcaças foram reduzidos em 41,51; 37,14 e 13,78%, respectivamente.

Níveis crescentes de cevada, que possuem, em média, 22,06% de fibra total e 16,63% de fibra insolúvel, para suínos em terminação, proporcionaram reduções lineares na espessura de toucinho e porcentagem de carne magra (MAYER et al., 2007 e KIM et al., 2014). Resultados semelhantes foram obtidos neste experimento, de modo que as inclusões de farelo de acerola, às dietas de suínos, reduziram o peso do pernil, a espessura de toucinho média, as porcentagens e quantidades de carne magra nas carcaças dos suínos.

As equações de predição das características de carcaça dos suínos encontram-se na Tabela 4.

Tabela 4. Equações de predição das características de carcaça direita de suínos recebendo diferentes níveis de farelo de acerola nas dietas.

Variáveis	b0	b1	b2	R ²
PF, kg	133,04	- 0,710	-	0,95
PCQ, kg	105,46	- 0,690	-	0,95
PC24, kg	103,92	- 0,670	-	0,94
ETm, mm	35,21	- 0,300	-	0,89
AG, cm ²	26,86	- 0,390	-	0,94
Rel GC	0,54	- 0,008	-	0,98
PP, kg	14,68	- 0,070	-	0,90
ET, mm	22,24	- 0,290	-	0,98
QCM, kg	56,33	- 0,220	-	0,90
% CM	54,73	0,210	-	0,99

PF- Peso final; PCQ- Peso da carcaça quente; PC24- Peso da carcaça 24h após o abate; ETm- Espessura de toucinho média; AG- Área de gordura; Rel GC- Relação gordura/carne; PP- Peso do pernil; ET- Espessura de toucinho; QCM- Quantidade de carne magra na carcaça; %CM- Porcentagem de carne magra.

4.2. Qualidade da carne

Neste trabalho, apenas a tonalidade (H) do músculo *Longissimus* (Tabela 5) apresentou aumento linear ($Y=0,2118.X + 37,79$ e $R^2=0,91$) em função dos teores crescentes de farelo de acerola adicionado às dietas dos suínos. Todas as demais variações estudadas não foram influenciadas ($p<0,05$) pelas dietas experimentais.

Dentre as principais características de interesse na qualidade da carne de suínos é possível destacar as variáveis sensoriais (cor, sabor, textura e aceitação global) e o menor conteúdo de lipídeos (ROSENVOLD e ANDERSEN, 2003). No momento da compra, a coloração vermelha da carne (a^*) é o principal atributo, sensorial, que pode afetar a decisão do consumidor (MORRISSEY et al., 1998). A deterioração da cor da carne ocorre quando há aumento na tonalidade (H) e diminuição em sua cor vermelha (INSERRA et al., 2015). Neste caso, apesar do aumento na tonalidade das amostras de *Longissimus* dos suínos, o valor a^* não foi influenciado ($p>0,05$) pelos níveis crescentes de farelo de acerola.

A carne suína é classificada como normal quando seus pHs inicial (45') e final (24h) forem igual ou superior a 5,8 e inferior a 6,0, respectivamente (BRIDI e SILVA (2009c). Estes mesmos autores salientaram que, caso o pH final seja inferior a 5,6, a carne será considerada PSE (pálida, mole e exsudativa), e se este for maior que 6,0 a

carne será classificada como DFD (escura, firme e seca). Por fim, se for menor que 5,4 a carne será RN (rendimento napole ou ácida).

Tabela 5. Valores médios e erro padrão da média, das características qualitativas da carne de suínos recebendo diferentes níveis de farelo de acerola nas dietas.

Variáveis	Médias				EPM	Regressão polinomial	
	DB	AC9	AC18	AC27		Linear	Quadrática
pH45' <i>Longissimus</i>	6,46	6,31	6,30	6,30	0,06	0,4466	0,5684
pH45' <i>Semimembranosus</i>	6,15	5,94	5,87	5,89	0,04	0,4380	0,2178
pH24h <i>Longissimus</i>	5,86	5,90	5,71	5,75	0,03	0,1013	0,9329
pH24h <i>Semimembranosus</i>	5,78	5,96	5,86	5,83	0,03	0,8256	0,1244
CRA, %	69,05	69,30	68,56	69,32	0,59	0,9888	0,8255
PPC, %	28,53	25,90	23,91	23,99	0,75	0,2301	0,3567
FC, kgF.(cm ²) ⁻¹	1,66	1,50	1,43	1,53	0,05	0,4052	0,2936
PPG, %	7,30	7,55	6,62	7,29	0,19	0,5744	0,5878
Oxidação lipídica, mgTMP.g ⁻¹	0,22	0,23	0,23	0,23	0,01	0,6767	0,7855
Colesterol, mg.100g ⁻¹	38,57	39,04	40,83	37,50	0,96	0,8605	0,2882
Cor							
L*	58,44	55,97	59,86	57,68	0,45	0,6489	0,8555
a*	9,04	9,18	8,94	8,34	0,17	0,1508	0,2962
b*	7,14	7,42	8,01	8,14	0,29	0,1292	0,8152
C*	11,63	11,83	12,19	11,73	0,26	0,7700	0,5170
H*	38,37	38,61	42,04	43,58	0,91	0,0060	0,6538
Análise Centesimal							
Lipídeos totais, %	2,59	2,80	2,59	2,52	0,16	0,7901	0,6844
Umidade, %	65,56	66,11	66,19	65,96	0,18	0,3963	0,2522
Cinzas, %	2,12	1,78	1,81	2,05	0,08	0,8153	0,0868
Análise Sensorial							
Cor	6,74	6,80	6,76	7,06	0,12	0,3536	0,5953
Sabor	6,54	6,65	6,71	6,93	0,13	0,2476	0,8202
Maciez	7,06	7,41	7,06	7,26	0,10	0,7866	0,7001
Aceitação Global	6,80	6,89	7,13	7,23	0,10	0,0761	0,9552

CRA- Capacidade de retenção de água; PPC- Perdas por cocção; FC- Força de cisalhamento; PPG- Perdas por gotejamento; EPM- Erro padrão da média.

Neste experimento, o pH45' minutos e o pH24h, dos músculos *Longissimus* e *Semimembranosus*, após o abate não foram influenciados ($p>0,05$) pelos níveis de farelo de acerola adicionados às dietas. Ressalta-se que, de acordo o pH, a carne dos

animais foi classificada como normal. É possível que os teores crescentes de farelo de acerola adicionados às dietas de suínos, não influenciaram seus níveis de glicogênio muscular, uma vez que as reservas de glicogênio determinam o potencial de formação de lactato durante a conversão, pós-mortem, do músculo para carne (ROSENVOLD et al., 2001).

Além do pH e da coloração da carne, a capacidade de retenção de água também é objeto de grande preocupação por parte da indústria de carne suína, pois esta variável afeta tanto a qualidade tecnológica, quanto sensorial e, portanto, possui valor econômico (LEDWARD, 1992; SCHÄFER et al., 2002; HUFF-LONERGAN e LONERGAN, 2005; HUGHES et al., 2014). A capacidade de retenção de água é o resultado de alterações bioquímicas e físicas que ocorrem nos tecidos musculares pós-mortem (KAPPER et al., 2014). PAIVA-MARTINS et al. (2009) ressaltaram que, quando os valores de CRA e pH estão dentro dos padrões, é possível afirmar que os animais estiveram em boas condições antes do abate.

As perdas por cocção e por gotejamento além de representarem uma perda significativa de peso de carcaças e cortes, afetam o rendimento e a qualidade da carne processada (AASLYNG, 2002 e WOELFEL et al., 2002). A adição de níveis (5 e 10%) de folhas de oliveira não influenciaram as perdas por cocção e/ou por gotejamento de carcaças de suínos em terminação (PAIVA-MARTINS et al., 2009). Neste trabalho, apesar de não se constatarem diferenças significativas, a dieta AC27 proporcionou redução de 15,91% das perdas por cocção, quando comparada com a dieta DB.

Os fenômenos oxidativos são considerados uma das principais causas da deterioração da carne (MORRISSEY et al., 1998) e são responsáveis pela produção de sabores estranhos na carne, devido à oxidação lipídica (INSERRA, et al., 2015). O limiar de detecção de sabores rançosos foram relatados por Rossi et al. (2013), como sendo entre 0,5 e 1,0 mgTMP.g⁻¹ de carne. Neste trabalho, as médias da oxidação lipídica, obtidas com a inclusão de níveis crescentes de farelo de acerola, estão de acordo com a literatura atual.

4.3. Perfil de ácidos graxos

A composição de ácidos graxos da carne suína influencia vários aspectos de sua qualidade, incluindo a maciez e vida de prateleira (PAIVA-MARTINS et al., 2009). Os ácidos graxos poli-insaturados são suscetíveis à iniciação e propagação da oxidação lipídica na carne (WOO et al., 2003). Nesse sentido, a concentração de ácidos graxos poli-insaturados, facilmente oxidáveis, na gordura intramuscular pode fornecer informações sobre a influência da dieta sobre a estabilidade oxidativa da carne (LUCIANO et al., 2013).

Com a inclusão de níveis crescentes de farelo de acerola às dietas dos suínos, foi possível determinar 26 tipos de ácidos graxos no músculo *Longissimus* dos animais (Tabela 6). Destes, os ácidos graxos mirístico (C14:0) e palmítico (C16:0) apresentaram reduções lineares ($p < 0,05$), à medida em que aumentaram os níveis de farelo de acerola. Já os ácidos graxos alfa linolênico (C18:3n3), linoleico conjugado (CLA), eicosadienóico (C20:2), eicosatrienóico (cis-8,11,14) e docosahexaenoico (C22:6n3) apresentaram aumentos lineares, com as inclusões de farelo de acerola às dietas.

Os ácidos graxos saturados são considerados hipercolesterolêmicos e os mais preocupantes são mirístico (C14:0), láurico (C12:0) e palmitico (C16:0) (BRAGAGNOLO, 2001). Nesse sentido, Abreu et al. (2014) salientaram que tais ácidos estão relacionados com o desenvolvimento de mudanças degenerativas nas paredes das artérias, seu consumo demasiado pode provocar doenças cardiovasculares. Ressalta-se que a dieta AC27, quando comparada com a dieta basal, proporcionou reduções de 7,63 e 5,03%, para os ácidos mirístico e palmítico, respectivamente.

Em geral, a elevada taxa de ácidos graxos insaturados melhora alguns aspectos de qualidade da carne, tais como a qualidade da alimentação, embora isso possa ter um impacto negativo sobre o valor nutricional da carne (PAIVA-MARTINS et al., 2009). A concentração do ácido graxo heptadecenóico (monoinsaturado - C17:1) no músculo *Longissimus* apresentou efeito quadrático ($p = 0,0294$), sendo a maior concentração estimada com a inclusão de 16,50% de farelo de acerola às dietas dos animais. Para o

ácido graxo esteárico (saturado - C18:0), também verificou-se efeito quadrático ($p=0,0360$), sendo a menor concentração estimada com a inclusão de 14,39% desta fonte de fibra.

Tabela 6. Valores médios e erro padrão da média (EPM), dos ácidos graxos do músculo *Longissimus* de suínos recebendo diferentes níveis de farelo de acerola nas dietas.

Ácido graxo, %	Médias				EPM	Regressão polinomial	
	DB	AC9	AC18	AC27		Linear	Quadrática
Cáprico (C10:0)	0,10	0,10	0,09	0,09	0,01	0,2918	0,3675
Láurico (C12:0)	0,07	0,07	0,07	0,07	0,01	0,3333	0,4096
Mirístico (C14:0)	1,31	1,27	1,21	1,21	0,01	0,0325	0,5815
Miristoléico (C14:1)	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,2921	0,9372
Pentadecanóico (C15:0)	0,03	0,04	0,03	0,04	0,01	0,4646	0,7601
Palmitico (C16:0)	25,07	24,21	23,64	23,81	0,18	0,0104	0,1445
Palmitoleico (C16:1)	2,82	2,95	2,89	2,56	0,07	0,2207	0,1382
Heptadecanóico (C17:0)	0,19	0,18	0,21	0,20	0,01	0,3422	0,8732
Heptadecenóico (C17:1)	0,17	0,21	0,22	0,19	0,01	0,3655	0,0294
Esteárico (C18:0)	13,29	12,46	12,31	13,06	0,18	0,6005	0,0360
Oleico (C18:1n9c)	41,42	42,58	42,96	42,71	0,37	0,1868	0,3093
Cis-vacênico (C18:1n7)	3,47	3,66	3,63	3,35	0,05	0,4526	0,0519
Linoléico (C18:2n6c)	8,50	8,42	8,87	9,50	0,27	0,1579	0,5063
Y linolênico (C18:3n6)	0,04	0,05	0,04	0,05	0,01	0,5538	0,7609
α linolênico (C18:3n3)	0,23	0,22	0,26	0,28	0,01	0,0018	0,1983
Linoleico conjugado (CLA)	0,08	0,09	0,10	0,10	0,01	0,0093	0,1566
Araquídico (C20:0)	0,21	0,20	0,19	0,20	0,01	0,3138	0,1364
Eicosenóico (C20:1n9)	0,68	0,71	0,77	0,75	0,01	0,1035	0,5370
Eicosadienóico (C20:2)	0,27	0,28	0,32	0,33	0,01	0,0026	0,9206
Eicosatrienóico (cis - 8,11,14)	0,18	0,21	0,19	0,21	0,01	0,5335	0,6273
Araquidônico (C20:4n6)	1,31	1,48	1,41	1,56	0,08	0,3768	0,9741
Eicosatrienóico (cis - 11,14,17)	0,03	0,03	0,04	0,05	0,01	0,0017	0,4994
Eicosapentaenóico (C20:5n3)	0,01	0,02	0,02	0,02	0,01	0,1873	0,7630
Docosatetraenóico (C22:4n6)	0,25	0,29	0,28	0,30	0,01	0,3227	0,8560
Nervônico (C24:1n9)	0,10	0,11	0,12	0,13	0,01	0,2208	0,9671
Docosahexaenoico (C22:6n3)	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0,0235	0,9974

O aumento no teor de ácidos graxos poliinsaturados da família n-3, como o ácido linoleico (C18:2) e linolênico (C18:3), melhora a relação entre os ácidos graxos poliinsaturados e saturados no músculo *Longissimus dorsi* (MOREL et al., 2006;

KOUBA e MOUROT, 2011). Neste estudo, o incremento de farelo de acerola às dietas de suínos proporcionou aumento linear no teor dos ácidos graxos α linolênico (C18:3n3) e Linoleico conjugado (CLA).

A adição de níveis (5 e 10%) de folhas de oliveira não influenciaram na composição de ácidos graxos no músculo *Longissimus* de suínos (PAIVA-MARTINS et al., 2009).

As equações de predição dos teores de ácidos graxos, presentes no músculo *Longissimus* dos suínos alimentados com níveis crescentes de farelo de acerola, encontram-se na Tabela 7.

Tabela 7. Equações de predição dos ácidos graxos do músculo *Longissimus* de suínos recebendo diferentes níveis de farelo de acerola nas dietas.

Variáveis	b0	b1	b2	R ²
Mirístico (C14:0)	1,304	- 0,0040	-	0,90
Palmítico (C16:0)	24,835	- 0,0483	-	0,77
Heptadecenóico (C17:1)	0,169	0,0066	- 0,0002	0,99
Esteárico (C18:0)	13,301	- 0,1410	0,0049	0,99
α linolênico (C18:3n3)	0,219	0,0021	-	0,79
Linoleico conjugado (CLA)	0,082	0,0008	-	0,89
Eicosadienóico (C20:2)	0,267	0,0024	-	0,93
Eicosatrienóico (cis - 11,14,17)	0,027	0,0008	-	0,89
Docosahexaenoico (C22:6n3)	0,009	0,0004	-	0,80

4.4. Pesos dos órgãos

São vários os fatores que podem influenciar o peso dos órgãos do trato gastrointestinal de suínos, dentre os quais é possível destacar o teor de proteína da dieta, a quantidade de alimento consumido e o teor de fibra (GÓMEZ et al., 2002 e KERR et al., 2003). O fornecimento de fibras nas dietas de suínos promove aumento do peso, do volume e da capacidade do trato gastrointestinal de suínos (HANSEN et al., 1992), o que foi constatado por Gomes et al. (2006) ao incluírem 10% de feno de alfafa nas dietas de suínos.

A inclusão de farelo de acerola às dietas dos animais proporcionou aumentos lineares nos pesos relativos do estômago e do ceco dos suínos (Tabela 8), não havendo efeito ($p>0,05$) sobre os pesos relativos do intestino delgado, cólon e fígado.

A presença de fibra no trato gastrintestinal dos suínos promove maior secreção gástrica, maior fermentação da digesta no intestino grosso, como já mencionado anteriormente por Da Silva et al. (2012), além de alterações no volume, capacidade, motilidade e morfologia do trato gastrintestinal desses animais. Ao utilizarem inclusões de 5% de palha de trigo e 10% de casca de aveia, Gerritsen et al. (2012) observaram aumento no peso do estômago de suínos. Aumento no peso do trato gastrintestinal também foram relatados por Gomes et al. (2006), ao incluírem 10% de feno de alfafa nas rações de suínos. Entretanto, Arouca et al. (2012) não obtiveram alterações nos pesos relativos dos órgãos do trato gastrintestinal de suínos recebendo ração com 30% de substituição do milho por cana-de-açúcar.

Tabela 8. Valores médios e erro padrão da média, obtidos para pesos relativos dos órgãos vazios do sistema digestório de suínos recebendo diferentes níveis de farelo de acerola nas dietas.

Variáveis	Médias				EPM	Regressão polinomial	
	DB	AC9	AC18	AC27		Linear	Quadrática
Estômago	0,49	0,55	0,63	0,67	0,01	<0,0001	0,5362
ID	1,74	1,67	1,89	1,76	0,04	0,3797	0,6096
Cólon	1,16	1,24	1,30	1,28	0,02	0,0610	0,3148
Ceco	0,14	0,13	0,18	0,17	0,01	0,0010	0,9205
Pâncreas	0,16	0,13	0,17	0,19	0,01	0,0190	0,0235
Fígado	1,34	1,40	1,32	1,37	0,02	0,9154	0,9112

ID- intestino delgado; EPM- erro padrão da média.

Para o peso relativo do pâncreas observou-se efeito quadrático, sendo o menor peso observado com a inclusão de 6,75% de farelo de acerola às dietas. As equações de predição encontram-se na Tabela 9.

Tabela 9. Equações de predição dos pesos relativos dos órgãos do sistema digestório de suínos recebendo diferentes níveis de farelo de acerola nas dietas.

Variáveis	b0	b1	b2	R ²
Estômago	0,49	0,0069	-	0,98
Ceco	0,13	0,0016	-	0,57
Pâncreas	0,15	- 0,0027	0,0002	0,78

5. Conclusões

Sugere-se a inclusão de 27% de farelo de acerola às dietas de suínos abatidos pesados, pois há diminuição na espessura de toucinho média, na área de gordura, na relação gordura/carne e aumento na porcentagem de carne magra e nos teores dos ácidos graxos benéficos à saúde, sem, no entanto, afetar os parâmetros de qualidade de carne.

6. Agradecimentos

À FAPESP pelo financiamento da pesquisa, PROCESSO 2011/22906-6, e pela bolsa de doutorado, PROCESSO 2011/22563-1.

À NUTRA - Nutrição Animal pela doação do Farelo de Acerola.

7. Referências

- AASLYNG, M.D. Quality indicators for raw meat. In: Kerry, J.P.; Kerry, J.F.; Ledward, D. **Meat processing**, Woodhead Publishing Ltd., Cambridge, U.K. p. 157-174. 2002.
- ABCS - Associação Brasileira de Criadores de Suínos. **Método Brasileiro de Classificação de Carcaças**. Estrela: ABCS, 1973. 17p. (Publicação Técnica nº 2).
- ABCS - Associação Brasileira de Criadores de Suínos. **Um olhar sobre a carne suína**. Brasília-DF, 2009, 31p.
- ABREU, R.C.; KIEFER, C.; ALVES, F.V.; COELHO, R.G.; MARÇAL, D.A.; RODRIGUES, G.P. Perfil lipídico da carne e gordura de suínos alimentados com milheto. **Ciência Rural**. v.44, n.1, p. 135-140. 2014.
- AOAC. **Official methods of analysis of the Association Analytical Chemists**. 18.ed. Gaithersburg, Maryland. 2005.
- AROUCA, C.L.C.; MACIEL, M.P.; AIURA, F.S.; BARBOSA, M.M.; BOTELHO, L.F.R.; PEREIRA, F.M.; PEREIRA, F.M. Desempenho, morfometria de órgãos e histologia

intestinal de suínos na fase de terminação tardia alimentados com cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**. v.13, n.4, p.1074-1083, 2012.

BEAULIEU, A.D.; WILLIAMS, N.H.; PATIENCE, J.F. Response to dietary digestible energy content in growing pigs fed cereal grain-based diets. **Journal of Animal Science**. v.87, p.965-976, 2009.

BLIGH, E.G. AND DYER, W.J. A rapid method for total lipid extraction and purification. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology**. v.37, p.911-917, 1959.

BOCCARD, R; BUCHTER, L.; CASSELS, E. Proceedings for measuring meat quality characteristics in beef production experiments. **Livestock Production Science**. v.8, n.3, p.385-397, 1981.

BOHAC, C.E., RHEE, K.S. Influence of animal diet and muscle location on cholesterol content of beef and pork muscles. **Meat Science**. v.23, p.71-79. 1988.

BRAGAGNOLO, N. Aspectos comparativos entre carnes segundo a composição de ácidos graxos e teor de colesterol. In: **2ª Conferência Internacional Virtual sobre Qualidade de Carne Suína**. Concórdia-SC. 2001.

BRAGAGNOLO, N.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Teores de colesterol em carne suína e bovina e efeito do cozimento. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v.15, n. 1, p.11-17, 1995.

BRAGAGNOLO, N.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Teores de colesterol, lipídeos totais e ácidos graxos em cortes de carne suína. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v. 22, p. 98-104, 2002.

BRIDI, A. M.; SILVA, C.A. In: Ana Maria Bridi; Caio Abércio da Silva. (Org.). **Avaliação da Carne Suína**. 1 ed. Londrina: Midiograf, volume 1, p.17-30 Capítulo de Livro. 2009c.

BRIDI, A. M.; SILVA, C.A. In: Ana Maria Bridi; Caio Abércio da Silva. (Org.). **Avaliação da Carne Suína**. 1 ed. Londrina: Midiograf, volume 1, p.31-42 Capítulo de Livro. 2009b.

BRIDI, A. M.; SILVA, C.A. In: Ana Maria Bridi; Caio Abércio da Silva. (Org.). **Avaliação da Carne Suína**. 1 ed. Londrina: Midiograf, volume 1, p.85-94 Capítulo de Livro. 2009a.

CÁMARA, L.; BERROCOSO, J.D.; SÁNCHEZ, J.L.; LÓPEZ-BOTE, C.J.; MATEOS, G.G. Influence of net energy content of the diets on productive performance and carcass merit of gilts, boars and immunocastrated males slaughtered at 120 kg BW. **Meat Science**. In Press, Accepted Manuscript. 2014. DOI: 10.1016 / j.meatsci.2014.07.025.

DA SILVA, C.S.; VAN DEN BORNE, J.J.; GERRITS, W.J.; KEMP, B. BOLHUIS, J.E. Effects of dietary fibers with different physicochemical properties on feeding motivation in adult female pigs. **Physiology & Behavior**, v.107, p.218-230, 2012.

FÁVERO, J.A.; GUIDONI, A.L.; BELLAVER, C. Predição do índice de valorização de carcaças suínas em função do peso e do percentual de carne. In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS, 8, 1997, Concórdia. **Anais...** Concórdia: EMBRAPA-CNPSA, p.405-406, 1997.

FRAGA, A.L.; THOMAZ, M.C.; KRONKA, R.N.; BUDIÑO, F.E.L.; HUAYNATE, R.A.R.; SCANDOLERA, A.J.; RUIZ, U.S.; D'ANGELIS, F.H.F. Qualitative-Feed-Restricted

- Heavy Swine: Meat Quality and Morpho-Histochemical Characteristics of Muscle Fibers. **Brazilian Archives of Biology and Technology**. v.52, n.5, p.1145-1156, 2009 a.
- FRAGA, A.L.; THOMAZ, M.C.; KRONKA, R.N.; BUDIÑO, F.E.L.; HUAYNATE, R.A.R.; SCANDOLERA, A.J.; RUIZ, U.S.; NADAI, A. Qualitative feed restriction for heavy swines: effect on digestibility and weight of organs of digestive tract, and environmental impact of feces. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**. v.61, n.6, p.1353-1363, 2009 b.
- FRAGA, A.L.; THOMAZ, M.C.; KRONKA, R.N.; BUDIÑO, F.E.L.; HUAYNATE, R.A.R.; MALHEIROS, E.B. Restrição alimentar qualitativa para suínos com elevado peso de abate. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.37, n.5, p.869-875, 2008.
- GERRITSEN, R.; VAN DER AAR, P.; MOLIST, F. Insoluble non-starch polysaccharides in diets for weaned piglets. **Journal of Animal Science**. v.90, p.318-320, 2012.
- GOMES, J.D.F.; FUKUSHIMA, R.S.; PUTRINO, S.M.; GROSSKLAUS, C.; LIMA, G.J.M.M. Efeitos do incremento da fibra em detergente neutro na dieta de suínos sobre a morfologia dos órgãos digestivos e não digestivos. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**. v.43, n.2, p.202-209, 2006.
- GÓMEZ, R.S.; LEWIS, A.J.; MILLER, P.S.; CHEN, H.Y.; DIEDRICHSEN, R.M. Body composition and tissue accretion rates of barrows fed corn-soybean meal diets or low-protein, amino acid-supplemented diets at different feeding levels. **Journal of Animal Science**. v.80, p.654-662, 2002.
- GUIDONI, A.L. Melhoria de processos para a tipificação e valorização de carcaças suínas no Brasil. **Conferência Internacional Virtual sobre Qualidade de Carne Suína, 1**, Concórdia-SC. 2000.
- HAMM, R. Biochemistry of meat hydration. **Advanceds in Food Research**. v.10, n.2, p.335-443, 1986.
- HANSEN, I.K.; KNUDSEN, E.B.; EGGUM, B.O. Gastrointestinal implications in the rat of wheat bran, oat bran and pea fiber. **British Journal of Nutrition**. v.68, p.451-459, 1992.
- HUFF-LONERGAN, E. & LONERGAN, S.M. Mechanisms of water-holding capacity of meat: The role of postmortem biochemical and structural changes. **Meat Science**. v.71, p.194-204. 2005.
- HUGHES, J.M.; KEARNEY, G.; WARNER, R.D. Improving beef meat colour scores at carcass grading. **Animal Production Science**. v.54, p.422-429. 2014.
- INSERRA, L.; LUCIANO, G.; BELLA, M.; SCERRA, M.; CILIONE, C.; BASILE, P.; LANZA, M.; PRIOLO, A. Effect of including carob pulp in the diet of fattening pigs on the fatty acid composition and oxidative stability of pork. **Meat Science**. v.100, p.256-261. 2015. doi:10.1016/j.meatsci.2014.09.146.
- KAPPER, C.; WALUKONIS, C.J.; SCHEFFLER, T.L.; SCHEFFLER, J.M.; DON, C.; MORGAN, M.T.; FORREST, J.C.; GERRARD, D.E. Moisture absorption early postmortem predicts ultimate drip loss in fresh pork. **Meat Science**. v.96. p.971-976. 2014.

KERR, B.J.; YEN, J.T.; NIENABER, J.A.; EASTER, R.A.; Influences of dietary protein level, amino acid supplementation and environmental temperature on performance, body composition, organ weights and total heat production of growing pigs. **Journal of Animal Science**. v.81, p.1998-2007, 2003.

KIM, B.G.; WULF, D.M.; MADDOCK, R.J.; PETERS, D.N.; PEDERSEN, C.; LIU, Y.; STEIN, H.H. Effects of dietary barley on growth performance, carcass traits and pork quality of finishing pigs. **Colombian journal of animal science and veterinary medicine**. v.27, p.102-113; 2014.

KOUBA, M.; MOUROT, J. A review of nutritional effects on fat composition of animal products with special emphasis on n-3 polyunsaturated fatty acids. **Biochimie**. v.93, p.13-17, 2011.

KRISTENSEN, L.; STØIER, S.; WÜRTZ, J.; HINRICHSSEN, L. Trends in meat science and technology: The future looks bright, but the journey will be long. **Meat Science**. v.98, Issue 3, p.322-329. 2014.

LATORRE, M.A.; RIPOLL, R.; GARCIA-BELENGUER, E.; ARIÑO, L. The effects of gender and slaughter weight on loin and fat characteristics of pigs intended for Teruel dry-cured ham production. **Spanish Journal of Agricultural Research**, v.7, p.407-416. 2009.

LEDWARD, D.A. Colour of raw and cooked meat. In: JOHNSTON, D.E.; KNIGHT, M.K.; LEDWARD, D.A. **The chemistry of muscle-based foods**. Royal Society of Chemistry, Cambridge. 1992.

LUCIANO, G.; BIONDI, L.; SCERRA, M.; SERRA, A.; MELE, M.; LANZA, A.; PRIOLO, A. The effect of the change from a herbage- to a concentrate-based diet on the oxidative stability of raw and cooked lamb meat. **Meat Science**. v.95, p.212-218. 2013.

LYON, C.E.; LYON, B.G.; DICKENS, J.A. Effects of carcass stimulation, deboning time, and marination on color and texture of broiler breast meat. **Journal of Applied Poultry Reserch**. v.7, n.1, p.53-60, 1998.

MANERA, D.B.; VOLTOLINI, T.V.; YAMAMOTO, S.M.; ARAÚJO, G.G.L.; SOUZA, R.A. Desempenho produtivo de ovinos em pastejo suplementados com concentrados contendo coprodutos do processamento de frutas. **Semina: Ciências Agrárias**. v.35, n.2, p.1013-1022, 2014.

MAYER, E.T.; FUKE, G.; NORNBERG, J.L.; MINELLA, E. Caracterização nutricional de Grãos Integrais e descascados de cultivares de Cevada. **Pesquisa agropecuária brasileira [online]**. v.42, n.11, p.1635-1640. 2007.

MINOLTA. **Precise color communication: color control from perception to instrumentation** [Japan: Minolta co., 1998]. p.19.

MOREIRA, I.; VOORSLUYS, T.; MARTINS, R.M.; PAIANO, D.; FURLAN, A.C.; SILVA, M.A.A. Efeitos da restrição energética para suínos na fase final de terminação sobre o desempenho, características de carcaça e poluição ambiental. **Acta Scientiarum: Animal Science**. v.29, n.2, p.179-185, 2007.

MOREL, P.C.H. MCINTOSH, J.C. AND JANZ, J.A.M. Alteration of the fatty acid profile of pork by dietary manipulation. **Journal of Animal Science**. v.19, p.431-437, 2006.

- MORRISSEY, P.A.; SHEEHY, P.J.A.; GALVIN, K.; KERRY, J.P.; & BUCKLEY, D.J. Lipid stability in meat and meat products. **Meat Science**. v.49, p.73-86. 1998.
- PAIVA-MARTINS, F.; BARBOSA, S.; PINHEIRO, V.; MOURÃO, J.L.; OUTOR-MONTEIRO, D. The effect of olive leaves supplementation on the feed digestibility, growth performances of pigs and quality of pork meat. **Meat Science**. v.82. p.438-443. 2009.
- PEREIRA, C.T.M.; SILVA, C.R.P.; LIMA, A.; PEREIRA, D.M.; COSTA, C.N.; NETO, A.A.C. Obtenção, caracterização físico-química e avaliação da capacidade antioxidante *in vitro* da farinha de resíduo de acerola (*Malpighia glabra* L.). **Acta Tecnológica**. v.8, n.2, p.50-56. 2013.
- PIKUL, J.; LESZCZYNSKI, D.E.; KUMMEROW, F.A. Evaluation of tree modified TBA methods for measuring lipid oxidation in chicken meat. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v.37, n. 5, p.1309-1313, 1989.
- POND, W.G.; JUNG, H.G.; VAREL, V.H. Effect of dietary fiber on young genetically lean, obese and contemporary pigs: body weight, carcass measurements, organ weights and digesta content. **Journal of Animal Science**. v.66, n.3, p.699-706, 1988.
- PURCHAS, R.W.; BURNHAM, D.L.; MORRIS, S.T. Effects of growth potential and growth path on tenderness of beef Longissimus muscle from bulls and steers. **Journal of Animal Science**. v.80, p.3211-3221, 2002.
- ROSENVOLD, K. & ANDERSEN, H.J. Factors of significance of pork quality: a review. **Meat Science**. v.64, p.219-237, 2003.
- ROSENVOLD, K.; LÆRKE, H.N.; JENSEN, S.K.; KARLSSON, A.H.; LUNDSTRÖM, K.; ANDERSEN, H.J. Strategic finishing feeding as a tool in the control of pork quality. **Meat Science**. v.59. p. 397-406. 2001.
- ROSSI, R.; PASTORELLI, G.; CANNATA, S.; TAVANIELLO, S.; MAIORANO, G.; CORINO, C. Effect of long term dietary supplementation with plant extract on carcass characteristics meat quality and oxidative stability in pork. **Meat Science**. v.95, ed. 3, p.542-548. 2013.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, P.C.; OLIVEIRA, R.F.; LOPES, D.C.; FERREIRA, A.S.; BARRETO, S.L.T.; EUCLIDES, R.F. **Tabelas brasileiras para aves e suínos** – Composição de alimentos e exigências nutricionais. Viçosa: Imprensa Universitária/UFV. 2011. 252p.
- SCHÄFER, A.; ROSENVOLD, K.; PURSLOW, P.P.; ANDERSEN, H.J.; HENCKEL, P. Physiological and structural events post mortem of importance for drip loss in pork. **Meat Science**. v.61, p. 355-366. 2002.
- SHIMOKOMAKI, M. Princípios da qualidade da carne. In: SIMPÓSIO DE QUALIDADE DA CARNE, 1, 2003, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: FUNEP, 2003. 1 CD-ROM.
- SUAREZ-BELLOCH, J.; SANZ, M.A.; JOY, M.; LATORRE, M.A. Impact of increasing dietary energy level during the finishing period on growth performance, pork quality and fatty acid profile in heavy pigs. **Meat Science**. v.93; p.796-801, 2013.

WOELFEL, R.L.; OWENS, C.M.; HIRSCHLER, E.M.; MARTINEZ-DAWSON, R.; SAMS, A.R. The characterization and incidence of pale, soft, and exudative broiler meat in a commercial processing plant. **Poultry Science**. v.81, ed.4. p.579-584. 2002.

WOOD, J.D.; ENSER, M.; FISHER, A.V.; NUTE, G.R.; SHEARD, P.R.; RICHARDSON, R.I.; HUGHES, S.I.; WHITTINGTON, F.M. Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: A review. **Meat Science**. v.78, Issue 4, p.343-358. 2008.

WOOD, J.D.; RICHARDSON, R.I.; NUTE, G.R.; FISHER, A.V.; CAMPO, M.M.; KASAPIDOU, E.; SHEARD, P.R.; ENSER, M. Effects of fatty acids on meat quality: A review. **Meat Science**. v.66, p.21-32. 2003.

WOYENGO, T.A.; BELTRANENA, E. and ZIJLSTRA, R.T. NONRUMINANT NUTRITION SYMPOSIUM: Controlling feed cost by including alternative ingredients into pig diets: A review. **Journal of Animal Science**. v.92, p.1293-1305, 2014.

CAPÍTULO 4- CARACTERIZAÇÃO DO POTENCIAL DE PRODUÇÃO DE BIOGÁS E BIOFERTILIZANTE GERADO PELA INCLUSÃO DE NÍVEIS DE FARELO DE ACEROLA EM DIETAS PARA SUÍNOS EM TERMINAÇÃO

Resumo: Objetivou-se caracterizar o potencial de produção de biogás e biofertilizante gerado pelas fezes dos suínos alimentados com níveis crescentes de farelo de acerola nas rações. Quarenta e oito suínos, com peso inicial de $78,81 \pm 5,10$ e final de $123,42 \pm 10,76$ kg, foram alocados num delineamento em blocos casualizados, com quatro tratamentos (dieta basal - DB e inclusões crescentes de 9 - AC9, 18 - AC18 e 27% - AC27 de farelo de acerola) e 12 repetições. Ao comparar as fezes provenientes dos animais alimentados com a dieta DB com aqueles recebendo a dieta AC27, observaram-se reduções nos teores de matéria mineral (33,94%), fósforo (48,78%), cálcio (31,47%), magnésio (49,02%), zinco (51,59%), cobre (44,24%), ferro (17,26%) e manganês (40,73%) nas fezes. Os maiores teores de farelo promoveram aumentos nas excreções de resíduos, e reduções nos potenciais de produção, em m^3 , de biogás (54,55%) e metano (55,56%), por quilograma de fezes *in natura*. Os teores de sólidos totais ($p=0,0002$) e voláteis ($p<0,0001$) também apresentaram reduções lineares. Portanto, o fornecimento de níveis crescentes de farelo de acerola para suínos em terminação proporcionou aumento da quantidade de fezes excretadas, porém com reduções nos seus teores de macro e microminerais. Além disso, os potenciais de produção de biogás e metano foram reduzidos à medida que aumentou os níveis de inclusão de farelo de acerola.

Palavras-chave: biogás, celulose, excreção de fezes, fibra, metano

1. Introdução

A suinocultura tem se tornado cada vez mais especializada, reduzindo o número de explorações e expandindo o tamanho das propriedades agrícolas em regiões como China, EUA e Europa (BERNET & BELINE, 2009; PONETTE-GONZÁLEZA & FRY, 2010). No Brasil, este processo iniciou-se a partir de 1970 com a adoção de sistemas confinados de produção (KUNZ et al., 2009).

A adoção de novas tecnologias, aliada às mudanças nas exigências dos consumidores, quanto à qualidade do produto final, possibilita a busca por novos ingredientes. Diversas pesquisas foram realizadas, recentemente, com o intuito de verificar as possibilidades de uso de fontes de fibras e suas consequências sobre a produção de suínos (FONSECA et al., 2012; MONTAGNE et al., 2012; BAKARE et al., 2013; NDOU et al., 2013; KHANYILE et al., 2014).

A utilização de fibra dietética na dieta de monogástricos, é geralmente definida como oligo ou polissacarídeos, conjuntamente com a lignina, que não são digeridos totalmente pelas enzimas endógenas do intestino delgado. Dentre os principais constituintes das fibras destacam-se a celulose, hemicelulose, pectinas (MOLIST et al., 2014), em menores quantidades os frutanos, mucilagens e galactomananas (KERR & SHURSON, 2013).

Tais constituintes apresentam diferentes comportamentos com relação à capacidade de retenção de água, viscosidade, capacidade tampão, resistência à ação enzimática e fermentação no intestino grosso (MOLIST et al., 2014). Portanto, a fibra dietética pode interferir no processo de digestão dos suínos, modificando a absorção dos nutrientes, as características e a composição das fezes.

Além disso, os conteúdos de fibra e de proteína bruta nas fezes de suínos são os principais componentes que podem ser convertidos em produtos de valor agregado, por meio do processo de digestão anaeróbia (PROVENZANO et al., 2014).

Diante do exposto, objetivou-se com este estudo caracterizar o potencial de produção de biogás e biofertilizante das fezes dos suínos alimentados com níveis crescentes de farelo de acerola nas dietas.

2. Materiais e Métodos

Os procedimentos experimentais utilizados neste experimento foram analisados e aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA), da Universidade Estadual Paulista / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, sob o Protocolo #: 013252/11. Os animais foram criados de acordo com os princípios éticos na experimentação animal do Colégio Brasileiro de Experimentação (COBEA).

2.1. Instalações, animais e dietas experimentais

O ensaio foi conduzido nas instalações experimentais do Setor de Suinocultura do Departamento de Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - Unesp, Câmpus de Jaboticabal.

Quarenta e oito suínos, machos castrados oriundos de granja comercial, foram alojados em baias individuais com 2,55 m² cada, equipadas com comedouros semi-automáticos e bebedouros do tipo chupeta.

Os animais foram alocados, de acordo com o peso inicial, em quatro tratamentos experimentais e 12 repetições, segundo o delineamento em blocos casualizados. A unidade experimental foi constituída por um animal.

Os tratamentos experimentais foram compostos pela dieta basal e três níveis crescentes de farelo de acerola: Dieta basal -DB; Dieta contendo 9% de farelo de acerola -AC9; Dieta contendo 18% de farelo de acerola - AC18 e Dieta contendo 27% de farelo de acerola -AC27 (Tabela 1). Tais dietas (isoproteicas e isolisínicas) foram formuladas para atender as exigências indicadas por Rostagno et al. (2011), para suínos de alto potencial genético, nas seguintes fases: I - dos 78,81 ± 5,10 aos 99,67 ± 4,08 kg de peso; II - dos 99,67 ± 4,08 aos 123,42 ± 10,76 kg de peso.

Tabela 1. Composições centesimal, química e energética das dietas fornecidas aos suínos, nas fases I e II, do experimento 2.

Ingredientes, %	Fase I				Fase II			
	DB	AC9	AC18	AC27	DB	AC9	AC18	AC27
Milho comum	76,89	69,70	61,11	53,64	80,59	73,18	65,68	58,17
Farelo de soja, 45%	19,39	17,81	17,23	15,40	16,10	14,49	12,72	10,95
Farelo de acerola	-	9,00	18,00	27,00	-	9,00	18,00	27,00
Caulim (inerte)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Fosfato bicálcico	0,87	0,91	0,95	0,99	0,80	0,84	0,88	0,93
Óleo de soja	0,43	-	-	-	0,19	-	-	-
Calcário	0,61	0,60	0,58	0,57	0,57	0,56	0,55	0,54
Sal comum	0,35	0,36	0,36	0,37	0,33	0,33	0,34	0,34
L-Lisina. HCl, 78%	0,25	0,32	0,36	0,44	0,25	0,32	0,39	0,47
Pré-mistura vit.-min. ⁽¹⁾	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
L-Treonina, 98%	0,06	0,10	0,13	0,18	0,04	0,09	0,14	0,18
DL-Metionina, 99%	0,05	0,09	0,12	0,17	0,03	0,07	0,11	0,16
L-Triptofano, 98%	-	0,01	0,02	0,04	-	0,02	0,03	0,04
L-Valina, 99%	-	-	0,04	0,10	-	-	0,06	0,12
Total, kg	100	100	100	100	100	100	100	100
Valores calculados ⁽²⁾								
Energia dig. aparente, kcal/kg	3788	3654	3424	3238	3798	3670	3482	3263
Proteína bruta, %	15,53	15,53	15,53	15,53	13,92	13,92	13,92	13,92
Cálcio, %	0,51	0,51	0,51	0,51	0,47	0,47	0,47	0,47
Fósforo disponível, %	0,25	0,25	0,25	0,25	0,23	0,23	0,23	0,23
Fibra bruta, %	2,35	5,48	8,55	11,63	2,25	5,32	8,40	11,47
FDN, % ⁽³⁾	22,23	20,06	26,22	29,89	23,52	23,09	34,77	45,67
FDA, % ⁽³⁾	3,42	6,61	11,89	16,68	3,06	7,99	13,30	19,98
Lignina, % ⁽³⁾	0,10	0,32	0,84	1,50	0,08	0,47	0,91	2,11
Celulose, % ⁽³⁾	3,30	6,27	10,97	15,09	2,96	7,46	12,20	17,52
Hemicelulose, % ⁽³⁾	18,80	13,45	14,33	13,21	20,46	15,10	21,47	25,69
Sílica, % ⁽³⁾	0,01	0,02	0,07	0,08	0,01	0,05	0,18	0,34
Lisina. dig., %	0,82	0,82	0,82	0,82	0,74	0,74	0,74	0,74
Metionina dig., %	0,25	0,25	0,25	0,25	0,23	0,23	0,23	0,23
Treonina dig., %	0,55	0,55	0,55	0,55	0,50	0,50	0,50	0,50
Triptofano dig., %	0,14	0,14	0,14	0,14	0,13	0,13	0,13	0,13
Valina dig., %	0,57	0,57	0,57	0,57	0,51	0,51	0,51	0,51
Sódio, %	0,16	0,16	0,16	0,16	0,15	0,15	0,15	0,15
Vitamina C, ppm ⁽³⁾	-	3,85	7,71	11,56	-	3,85	7,71	11,56

⁽¹⁾Pré-mistura vitamínico-mineral – quantidade por kg do produto: 500 mg de Ácido Fólico, 150 mg de Selênio, 10.000 mg de Cobre, 15.000 mg de Pantotenato de Cálcio, 100 mg de Biotina, 23.000 mg de Manganês, 400 mg de Iodo, 20.000 mg de Niacina, 6.000.000 U.I. de Vitamina A, 1.257 mg de Vitamina B1, 15.000 µg de Vitamina B12, 3.336 mg de Vitamina B2, 1.257 mg de Vitamina B6, 1.500.000 U.I. de Vitamina D3, 13.000 U.I. de Vitamina E, 2.000 mg de Vitamina K, 80.000 mg de Zinco, 110.000 mg de Ferro, 100 mg de Antioxidante (B.H.T.); ⁽²⁾ Valores nutricionais dos ingredientes propostos por ROSTAGNO et al. (2011); ⁽³⁾ Valores obtidos por meio de análise laboratorial.

Inicialmente, determinaram-se os valores de proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e energia digestível do farelo de acerola, em seguida estes foram considerados na formulação das dietas. Já os níveis de inclusão do farelo de acerola foram determinados por meio de uma correlação com os teores de FDN, FDA, celulose e hemicelulose, utilizadas por Fraga (2009 a, b).

Os animais foram submetidos a um período de adaptação (dos $74,99 \pm 5,71$ aos $78,81 \pm 5,10$ kg e com 121 dias de idade) às instalações e dietas, recebendo duas refeições diárias, às 8h e às 17h. Após o período de adaptação, os animais receberam as dietas pré-determinadas, até atingirem $123,42 \pm 10,76$ kg de peso, com aproximadamente 161 dias de idade, quando encerrou-se o experimento.

2.2. Produção e características das fezes

A colheita de amostras de fezes foi realizada no decorrer do experimento, de modo que, duas vezes por semana, as baias eram lavadas para remoção total dos resíduos e, posteriormente, cerca de 400 gramas de fezes por animal eram colhidas, identificadas e armazenadas, a -8°C , em freezer.

No final de cada fase, as amostras de fezes de cada animal foram descongeladas, durante a noite, no dia seguinte fizeram-se amostras compostas para cada animal, para no dia seguinte homogeneizar e obter amostras compostas para cada animal.

Para avaliação do potencial de impacto ambiental das fezes, estimaram-se as excreções (E) dos animais em matéria seca (EMS), matéria mineral (EMM), matéria orgânica (EMO), nitrogênio (EN), fósforo (EP), cálcio (ECa), magnésio (EMg), potássio (EK), sódio (ENa), zinco (EZn), cobre (ECu), ferro (EFe) e manganês (EMn), utilizando-se as amostras e os dados obtidos nos ensaios de digestibilidade e de desempenho.

As amostras de fezes foram submetidas à digestão por ácido sulfúrico e peróxido de hidrogênio, para as determinações dos teores de macro e micro minerais, com exceção do nitrogênio. Pelo ensaio de digestibilidade foi possível determinar o fator de indigestibilidade (FI) das dietas, que corresponde à porção da dieta não aproveitada

pelos animais e excretada nas fezes, assim como os teores dos componentes acima citados nas rações e nas fezes, em cada fase do período experimental.

Considerando os consumos das dietas pelos animais e o FI, calculou-se as excreções estimadas de fezes, na matéria seca, de acordo com a seguinte fórmula, adaptada de Berchielli et al. (2005):

$$\text{Excreção de matéria seca fecal (kg)} = \text{Consumo de MS (kg)} \times \text{FI}$$

As excreções dos resíduos, MO, MM, N, macro e microminerais nas fezes foram obtidas utilizando-se a seguinte fórmula:

$$\text{Excreção de resíduos - ER (g)} = \frac{\text{Excreção de MS fecal (g)} \times \text{Componentes das Fezes (\%MS)}}{100}$$

em que:

Componentes das fezes = MO ou MM ou N ou P ou Ca ou Mg ou K ou Na ou Zn ou Cu ou Fe e Mn, expressos como porcentagem das fezes na MS.

A partir destes dados foram calculadas a produção média de fezes e as excreções médias de MO, MM, N, macro e microminerais pelos animais.

Por fim, calcularam-se os coeficientes de resíduos (CR) gerados pelas excreções de MS, dos 78,81 aos 99,67 ± 4,08 kg e dos 99,67 ± 4,08 aos 123,42 ± 10,76 kg, de acordo com a seguinte fórmula, adaptada de Santos (2001):

$$\text{Coeficiente de resíduos} = \frac{\text{Quantidade de resíduo eliminado nas fezes (kg)}}{\text{Quantidade total de peso vivo produzido (kg)}}$$

em que:

Resíduo = MS.

2.3. Biodigestão anaeróbia das fezes

Neste ensaio foram utilizadas as fezes dos suínos alimentados com as dietas experimentais, contendo níveis crescentes de farelo de acerola, para avaliar a produção e composição do biogás, os potenciais de produção de biogás e de metano, assim como as reduções nos teores de sólidos totais (ST) e voláteis (SV). Utilizou-se 32 biodigestores tipo batelada (Figura 1), com 60 centímetros de altura e capacidade para 2 litros de substrato. Dentre estes, 16 foram abastecidos quando os animais atingiram $99,67 \pm 4,08$ kg, os demais foram abastecidos ao final do experimento ($123,42 \pm 10,76$ kg). Estas duas fases de abastecimento foram necessárias, pois houve mudanças nas exigências dos animais e, conseqüentemente a ração fornecida foi modificada, conforme apresentado na Tabela 1. De maneira geral, para o período, cada tratamento contou com quatro biodigestores abastecidos.

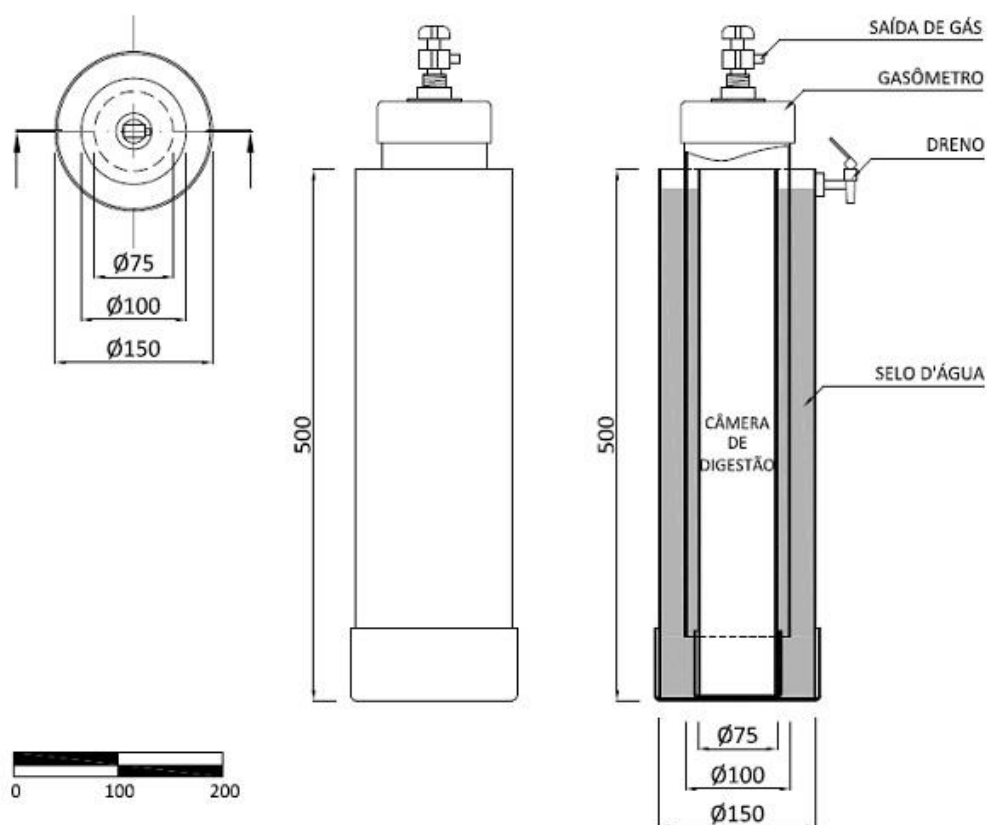


Figura 1. Biodigestor tipo batelada (SANTI, 2013).

As fezes dos animais foram coletadas do piso das baias, tomando-se o cuidado de colher aquelas que não encontravam-se contaminadas com urina ou ração e, a partir desse material, preparou-se os substratos para abastecimento dos biodigestores, utilizando-se água para diluição.

Os biodigestores foram abastecidos com 4% de sólidos totais, sendo 15% de seu volume composto por inóculo previamente preparado, a partir de fezes de suínos. O processo de biodigestão durou 32 semanas.

Os teores de ST e SV das amostras de fezes, do afluente e do efluente, foram determinados segundo metodologia descrita por Apha (1995). As amostras de dejetos, afluentes e efluentes foram submetidas à pré-secagem em estufa com circulação de ar forçada a 55 °C durante 72 horas. Posteriormente, foram secas em estufa com circulação de ar forçada a 105 °C durante 12 horas, para determinação dos teores de ST. A matéria orgânica e o teor de SV foram obtidos com a queima das amostras em forno mufla (QUIMIS/Q318S) a 580 °C durante 2,5 horas.

Os potenciais de produção de biogás e de metano foram calculados dividindo-se os volumes de biogás e de metano produzidos pelas quantidades de fezes *in natura*, de substrato, de ST e de SV adicionados aos biodigestores, além das quantidades de SV reduzidos durante o processo de biodigestão anaeróbia. Os valores foram expressos em m³ de biogás ou de metano por kg de fezes, substrato, de ST ou SV.

2.3.1. Produção e composição do biogás

Os volumes de biogás produzidos diariamente foram determinados medindo-se o deslocamento vertical dos gasômetros. Após cada leitura, os gasômetros eram zerados, utilizando-se o registro de descarga do biogás. Na mesma ocasião mediu-se a temperatura do ar com termômetro digital com escala de 0,1°C.

Posteriormente, efetuou-se a correção no volume de biogás para 1 atm e 20°C, de acordo com a metodologia empregada por Caetano (1991), pelo fator de compressividade (Z), o biogás apresentava comportamento próximo ao ideal.

Conforme descrito por Santos (2001), para a correção do volume de biogás, utilizou-se a seguinte expressão resultante da combinação das leis de Boyle e Gay-Lussac:

$$(V_0 P_0) / T_0 = (V_1 P_1) / T_1$$

em que:

V_0 = volume de biogás corrigido, m^3 ;

P_0 = pressão corrigida do biogás, 10.322,72 mm de H_2O ;

T_0 = temperatura corrigida do biogás, 293,15 K;

V_1 = volume do gás no gasômetro;

P_1 = pressão do biogás no instante da leitura, 9.652,10 mm de H_2O ;

T_1 = temperatura do biogás, em K, no instante da leitura.

As análises da composição do biogás produzido foram feitas com base nas porcentagens de CH_4 e CO_2 . Semanalmente foram retiradas amostras de biogás de cada um dos biodigestores durante todo o período experimental, utilizando seringas plásticas com volume de 60 mL cada.

As determinações foram feitas utilizando-se um cromatógrafo de fase gasosa da marca FINNINGAN GC 2001, equipado com colunas Porapak Q, Peneira Molecular 5A e detector de condutividade térmica, utilizando o hidrogênio como gás de arraste. A calibração do equipamento foi feita com o gás padrão contendo 55,4% de metano e 35,1% de dióxido de carbono. Os percentuais dos componentes foram determinados com o auxílio de um integrador processador.

Após a abertura dos biodigestores foi possível calcular a produção de biogás por quilograma de fezes in natura, por quilograma de sólidos totais adicionados, por quilograma de sólidos voláteis adicionados e por quilograma de sólidos voláteis reduzidos. Também se calculou a produção de metano por quilograma de fezes in natura, por quilograma de sólidos totais adicionados, por quilograma de sólidos voláteis adicionados e por quilograma de sólidos voláteis reduzidos. Por fim, determinou-se o teor de sólidos totais e sólidos voláteis reduzidos.

3. Delineamento experimental e análises estatísticas

Os dados foram analisados segundo o procedimento MIXED do SAS® v.9.2 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA). Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e oito repetições. As análises de variâncias dos resultados foram testadas pela normalidade dos erros e homocedasticidade das variâncias (testes de Shapiro-Wilk e Brown-Forsythe, respectivamente).

As variáveis analisadas foram testadas quanto a efeitos linear e quadrático, por meio de contrastes ortogonais.

4. Resultados e Discussão

4.1. Produção e características das fezes

Os componentes das fezes apresentaram comportamentos semelhantes nas fases I e II (Tabela 2). Na fase I, os teores de sólidos totais, matéria mineral, fósforo, cálcio, magnésio, zinco, cobre, ferro e manganês foram reduzidos em 15,68%, 33,94%, 48,78%, 31,47%, 49,02%, 51,59%, 44,24%, 17,26% e 40,73%, respectivamente (Figura 2), ao comparar as fezes dos animais alimentados com a dieta DB e a dieta AC27.

Para sólidos voláteis e potássio observaram-se aumentos lineares à medida que os níveis de farelo de acerola aumentaram nas dietas, enquanto para o nitrogênio e sódio houve efeitos quadráticos ($p < 0,0001$), sendo os maiores teores estimados com as inclusões de 11,83% e de 17,50% de farelo de acerola, respectivamente.

Já na fase II, a maior inclusão de farelo de acerola nas dietas proporcionou reduções de 17,52%, 34,24%, 50,00%, 32,40%, 49,00%, 51,60%, 43,92%, 16,61%, 42,78% para os teores de sólidos totais, matéria mineral, fósforo, cálcio, magnésio, zinco, cobre, ferro e manganês, quando comparados com as fezes provenientes dos animais alimentados com a dieta DB.

Para sólidos voláteis e potássio observaram-se aumentos lineares à medida que os níveis de farelo de acerola aumentaram nas dietas, enquanto para o nitrogênio e

sódio houve efeitos quadráticos ($p < 0,0001$), sendo os maiores teores estimados com as inclusões de 12,56% e de 17,50% de farelo de acerola, respectivamente.

Tabela 2. Valores médios e erro padrão da média, dos componentes das fezes de suínos alimentados com diferentes níveis de inclusão de farelo de acerola nas dietas.

Componentes	Médias				EPM	Regressão polinomial	
	DB	AC9	AC18	AC27		Linear	Quadrática
Fase I ⁽¹⁾							
ST, %	29,52	28,78	26,04	24,89	0,29	<0,0001	0,1001
SV, %	79,19	83,56	83,41	86,25	0,37	<0,0001	0,0765
MM, %	20,80	16,43	16,58	13,74	0,37	<0,0001	0,0785
Nitrogênio, %	3,38	3,36	3,66	3,17	0,01	<0,0001	<0,0001
Fósforo, %	0,41	0,33	0,29	0,21	0,01	<0,0001	0,1151
Cálcio, %	2,51	2,08	2,21	1,72	0,01	<0,0001	0,0703
Magnésio, %	1,02	0,86	0,81	0,52	0,01	<0,0001	0,1035
Potássio, %	0,92	1,02	1,13	1,19	0,01	<0,0001	0,1013
Sódio, %	0,03	0,04	0,05	0,04	0,01	<0,0001	<0,0001
Zinco, ppm	1542,33	1316,33	1109,20	746,58	0,58	<0,0001	0,0912
Cobre, ppm	306,67	263,33	239,25	171,00	0,65	<0,0001	0,0901
Ferro, ppm	5165,52	4763,42	4514,42	4273,75	0,62	<0,0001	0,0835
Manganês, ppm	1790,42	1654,33	1534,25	1061,17	0,81	<0,0001	0,0715
Fase II ⁽²⁾							
ST, %	30,42	29,58	25,94	25,09	0,29	<0,0001	0,1005
SV, %	80,39	84,06	84,91	86,95	0,37	<0,0001	0,0785
MM, %	21,02	17,13	16,48	12,94	0,37	<0,0001	0,0885
Nitrogênio, %	3,58	3,46	3,96	3,37	0,01	<0,0001	<0,0001
Fósforo, %	0,43	0,38	0,23	0,19	0,01	<0,0001	0,1160
Cálcio, %	2,31	2,08	2,01	1,52	0,01	<0,0001	0,0801
Magnésio, %	1,54	0,98	0,73	0,50	0,01	<0,0001	0,1101
Potássio, %	0,95	1,12	1,33	1,25	0,01	<0,0001	0,1003
Sódio, %	0,03	0,04	0,05	0,04	0,01	<0,0001	<0,0001
Zinco, ppm	1842,56	1447,33	1356,20	803,58	0,58	<0,0001	0,0901
Cobre, ppm	316,67	243,22	225,76	163,78	0,65	<0,0001	0,0808
Ferro, ppm	5043,52	4533,42	4214,33	4003,75	0,61	<0,0001	0,0913
Manganês, ppm	1701,32	1603,86	1513,98	1014,03	0,80	<0,0001	0,0851

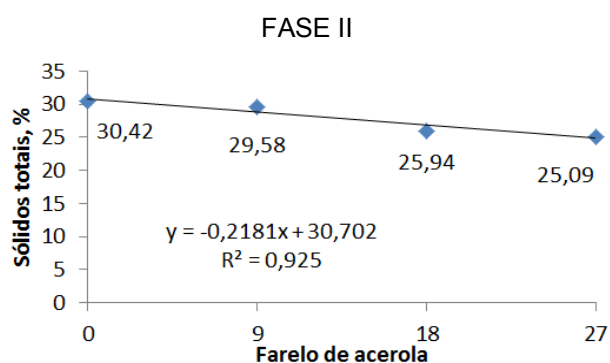
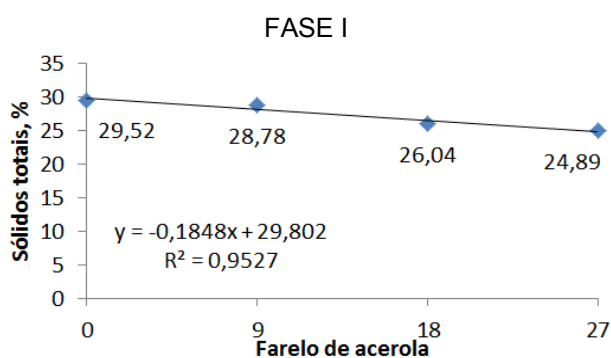
⁽¹⁾ dos 78,81 $\pm$ 5,10 aos 99,67 $\pm$ 4,08 kg; ⁽²⁾ dos 99,67 $\pm$ 4,08 aos 123,42 $\pm$ 10,76 kg; ST- % de sólidos totais; SV- % de sólidos voláteis; MM- % da matéria mineral; EPM- erro padrão da média.

A diminuição nos teores de ST dos dejetos, conforme aumentaram os níveis de farelo de acerola nas dietas, é interessante do ponto de vista econômico, pois reduz os custos de armazenagem e transporte (MOLLER et al., 2002).

As equações de predição dos componentes das fezes encontram-se na Tabela 3.

Tabela 3. Equações de predição dos componentes das fezes, em função dos diferentes níveis de inclusão de farelo de acerola nas dietas de suínos.

Variáveis	b0	b1	b2	R ²
Fase I				
MM	20,04	- 0,2337	-	0,86
Cálcio	2,46	- 0,0249	-	0,78
Magnésio	1,03	- 0,0172	-	0,92
Sódio	0,02	0,0021	- 6 x 10 ⁻⁵	0,90
Zinco	1567,80	- 28,8260	-	0,98
Cobre	309,73	- 4,7899	-	0,96
Ferro	5117,90	- 32,4920	-	0,98
Manganês	1856,20	- 25,6430	-	0,88
Fase II				
MM	20,05	- 0,2343	-	0,86
Cálcio	2,46	- 0,0249	-	0,78
Magnésio	1,03	- 0,0172	-	0,92
Sódio	0,03	0,0021	- 6 x 10 ⁻⁵	0,90
Zinco	1567,80	- 28,82	-	0,98
Cobre	309,73	- 4,7899	-	0,96
Ferro	5117,90	- 32,4920	-	0,98
Manganês	1856,20	- 25,6430	-	0,88



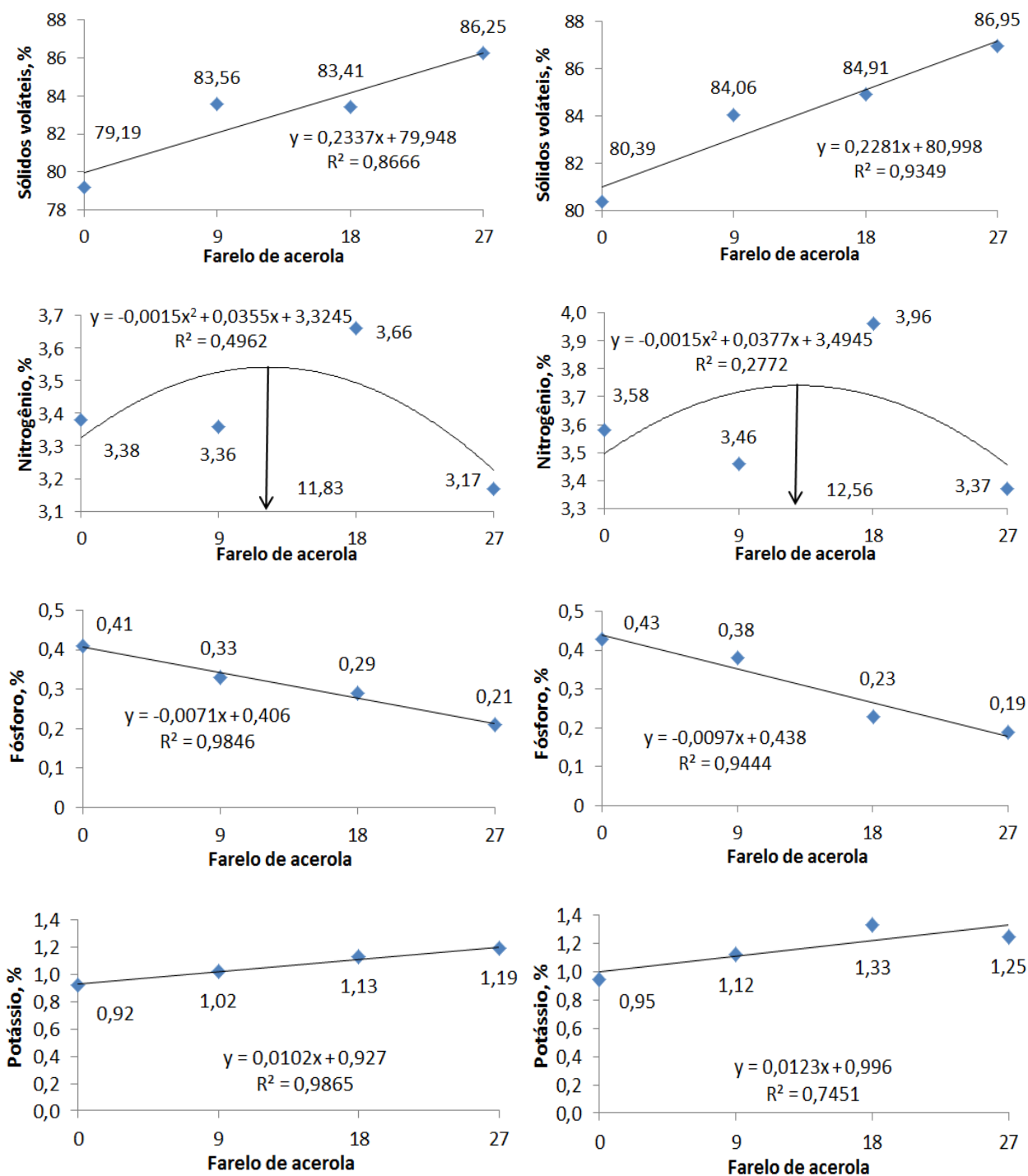


Figura 2. Sólidos totais, voláteis, nitrogênio, fósforo e potássio das fezes de suínos, em função dos diferentes níveis de inclusão de farelo de acerola nas dietas.

Durante a digestão da fibra pelos suínos, a excreção de ureia na urina é afetada, pois o nitrogênio é transloucado para as fezes sob a forma de proteína microbiana (LEWIS e SOUTHERN, 2001). No presente trabalho, o teor de nitrogênio das fezes aumentou até a inclusão de 11,83% e 12,56% de farelo de acerola nas fases I e II, respectivamente. Inclusões superiores resultaram em efeito oposto.

Com exceções do potássio e do sódio, foi possível observar reduções nos teores dos componentes dos dejetos, ao comparar os animais que receberam a dieta AC27 com aqueles alimentados com a dieta DB.

A fibra dietética, presente no farelo de acerola, exerceu um papel relevante no aumento da quantidade dos resíduos excretados, nas fases I e II (Tabela 4). Aumentos semelhantes foram observados por Galassi et al. (2010), Bach Knudsen et al. (2012) e Kraler et al., (2014). Bikker et al. (2006) salientaram que a fibra dietética aumentou a viscosidade intestinal de suínos, reduzindo a absorção dos nutrientes e, resultando no aumento da excreção de fezes, o que pode ter ocorrido no presente estudo.

A excreção de potássio apresentou efeito linear em ambas as fases. Ao comparar as excreções deste mineral pelos dos animais que receberam as dietas DB com aqueles alimentados com a dieta AC27, na fase I, observou-se aumento de 103,77%, enquanto, na fase II, houve redução de 26,35%.

Na fase I, com exceção da excreção de potássio (Figura 3), as demais excreções apresentaram comportamento quadrático perante as inclusões de níveis crescentes de farelo de acerola nas dietas de suínos, enquanto na fase II, houve redução linear ($p < 0,0001$) nas excreções de magnésio, potássio, zinco e cobre e aumento linear ($p < 0,0069$) na excreção de ferro pelos animais.

Aumentos na excreção de dejetos foram relatados por Hanson et al. (2012) ao fornecerem níveis (10 e 20%) de resíduos de destilaria de milho (DDGS-milho) para suínos. Já Weimer et al. (2008), trabalhando com inclusões de 10, 20 ou 30% de DDGS-milho, relataram reduções no ganho de peso dos animais. Khanyile et al. (2014) também relataram redução no ganho de peso de suínos alimentados com níveis crescentes (0, 5, 10, 15, 20 e 25%) de folhas de *Acacia tortilis*.

Tabela 4. Valores médios e erro padrão da média, das excreções de resíduos, ganho de peso total e coeficiente de resíduo, em função dos diferentes níveis de inclusão de farelo de acerola nas dietas de suínos.

Resíduos	Médias				EPM	Regressão polinomial	
	DB	AC9	AC18	AC27		Linear	Quadrática
Fase I ⁽¹⁾							
ERST, g	2721,31	3908,41	3453,98	3618,22	4,15	<0,0001	0,0169
ERSV, g	2155,01	3265,87	2880,96	3120,71	3,92	<0,0001	0,0237
ERMM, g	566,03	642,15	572,67	497,14	3,20	0,3339	0,0008
ER-Nitrogênio, g	312,63	457,99	483,25	460,49	1,38	<0,0001	0,0002
ER-Fósforo, g	37,95	45,90	38,92	31,32	1,08	0,0007	<0,0001
ER-Cálcio, g	231,66	283,90	292,71	249,75	3,66	0,2311	0,0002
ER-Magnésio, g	94,16	118,40	107,89	76,97	3,05	0,0025	<0,0001
ER-Potássio, g	85,36	139,07	150,14	173,94	4,81	<0,0001	0,0891
ER-Sódio, g	3,36	6,18	6,86	6,41	0,23	<0,0001	<0,0001
ER-Zinco, g	0,14	0,18	0,14	0,11	0,01	<0,0001	<0,0001
ER-Cobre, g	0,02	0,03	0,03	0,02	0,01	0,0187	<0,0001
ER-Ferro, g	0,47	0,64	0,59	0,62	0,01	0,0034	0,0094
ER-Manganês, g	0,16	0,22	0,20	0,15	0,01	0,1266	<0,0001
Ganho de peso, kg	24,94	24,16	19,30	15,05	0,76	<0,0001	0,1015
ERST, kg	2,72	3,91	3,45	3,62	0,15	<0,0001	0,0169
CRST	0,11	0,16	0,18	0,24	0,30	<0,0001	0,1246
Fase II ⁽²⁾							
ERST, g	2579,70	4273,89	3481,05	3941,14	5,25	<0,0001	0,0103
ERSV, g	2073,82	3592,63	2955,76	3426,82	4,78	<0,0001	0,0860
ERMM, g	542,25	732,12	573,68	509,98	5,66	0,0984	0,0007
ER-Nitrogênio, g	298,40	500,23	464,63	522,32	1,63	<0,0001	0,0007
ER-Fósforo, g	36,28	50,11	37,53	34,17	1,27	0,0122	<0,0001
ER-Cálcio, g	218,77	337,80	207,43	217,28	3,86	0,0089	<0,0001
ER-Magnésio, g	100,01	100,60	61,01	50,72	3,77	<0,0001	0,1233
ER-Potássio, g	104,40	97,83	72,58	76,89	2,88	<0,0001	0,1629
ER-Sódio, g	3,95	6,51	4,57	5,46	0,20	0,0442	0,0047
ER-Zinco, g	0,15	0,15	0,09	0,08	0,01	<0,0001	0,0862
ER-Cobre, g	0,03	0,03	0,02	0,01	0,01	<0,0001	0,1087
ER-Ferro, g	0,44	0,63	0,49	0,59	0,01	0,0069	0,0719
ER-Manganês, g	0,18	0,22	0,14	0,13	0,01	<0,0001	0,0064
Ganho de peso, kg	28,38	24,00	21,26	19,77	0,84	<0,0001	0,2957
ERST, kg	2,58	4,27	3,48	3,94	0,25	<0,0001	0,0103
CRST	0,09	0,18	0,17	0,21	0,47	<0,0001	0,0644

⁽¹⁾ dos 78,81 ± 5,10 aos 99,67 ± 4,08 kg; ⁽²⁾ dos 99,67 ± 4,08 aos 123,42 ± 10,76 kg; ERST- excreção de resíduos de sólidos totais; ERSV- excreção de resíduos de sólidos voláteis; ERMM- excreção de resíduos da matéria mineral; CRST- coeficiente de resíduo dos sólidos totais; EPM- erro padrão da média.

As equações de predição das excreções de resíduos pelos suínos encontram-se na Tabela 5.

Tabela 5. Equações de predição das excreções de resíduos (ER), em função dos diferentes níveis de inclusão de farelo de acerola nas dietas de suínos.

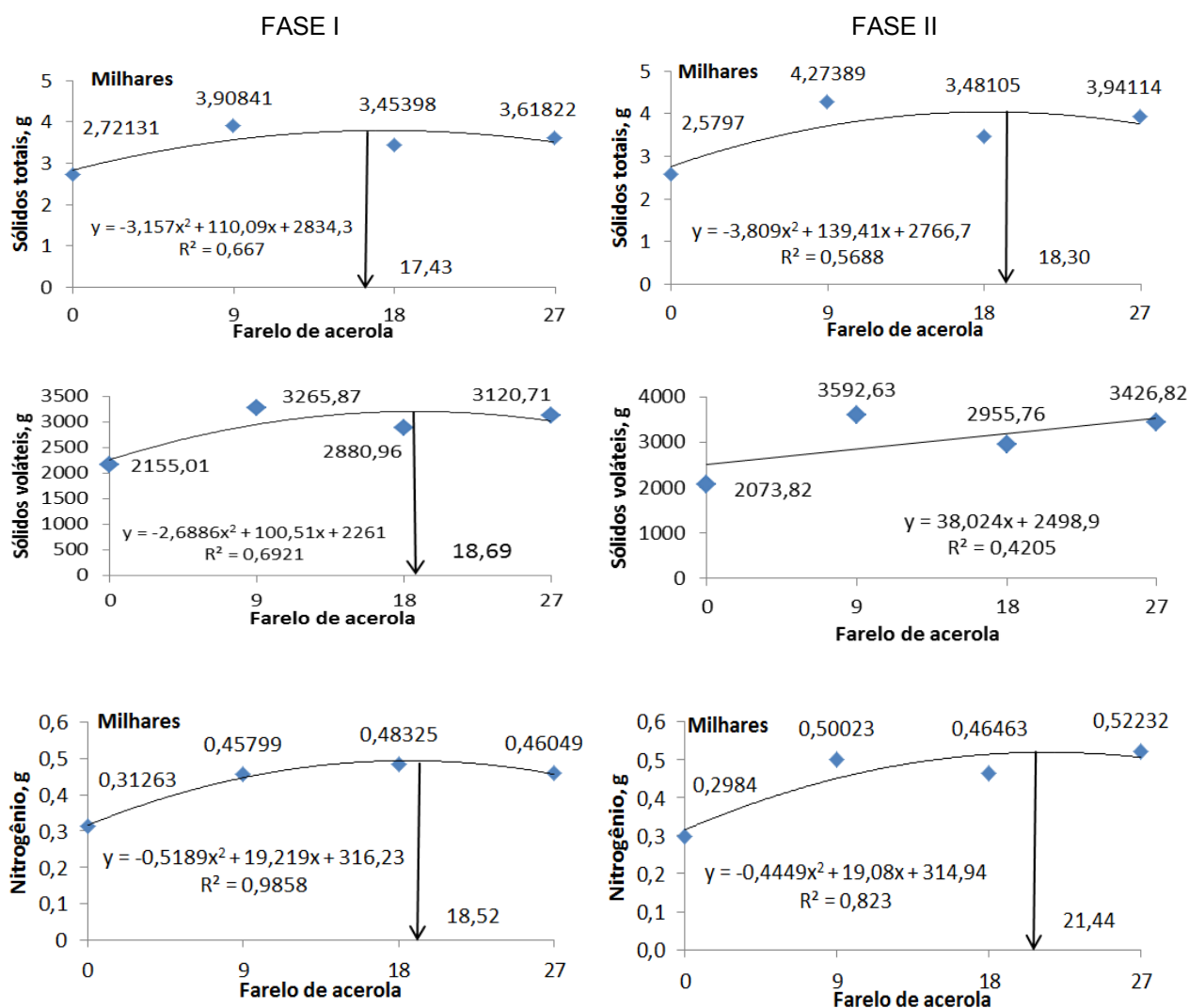
Variáveis	b0	b1	b2	R ²
Fase I				
ERMM	573,01	9,5692	- 0,4681	0,91
ER-Cálcio	231,24	8,6340	- 0,2938	0,99
ER-Magnésio	94,89	3,9130	- 0,1705	0,98
ER-Sódio	3,41	0,3817	- 0,0101	0,99
ER-Zinco	0,14	0,0044	- 0,0002	0,83
ER-Cobre	0,02	0,0017	- 6 x 10 ⁻⁰⁵	0,99
ER-Ferro	0,48	0,0161	- 0,0004	0,74
ER-Manganês	0,16	0,0086	- 0,0003	0,96
Fase II				
ERMM	564,4	18,2950	- 0,7826	0,66
ER-Cálcio	238,25	7,6000	- 0,3370	0,33
ER-Magnésio	106,20	- 2,0800	-	0,86
ER-Sódio	4,31	0,1600	- 0,0052	0,27
ER-Zinco	0,15	- 0,0030	-	0,85
ER-Cobre	0,03	- 0,0008	-	0,89
ER-Ferro	0,49	0,0034	-	0,20
ER-Manganês	0,18	0,0016	- 0,0002	0,64

O incremento de diferentes níveis de farelo de acerola (FA) às dietas dos animais proporcionou efeito quadrático na excreção dos macro e micronutrientes. Deste modo, na fase I, observaram-se maiores excreções estimadas para os sólidos totais (17,43% FA), sólidos voláteis (18,69% FA), matéria mineral (10,22% FA), nitrogênio (18,52% FA), fósforo (10,39% FA), cálcio (14,69% FA), magnésio (11,48% FA), sódio (18,90% FA), zinco (11,00% FA), cobre (14,17% FA), ferro (20,13% FA) e manganês (14,33% FA). Da mesma forma, na fase II, estimaram-se as maiores excreções para sólidos totais (18,30% FA), matéria mineral (11,69% FA), nitrogênio (21,44% FA), fósforo (11,51% FA), cálcio (11,28% FA), sódio (16,14% FA) e manganês (4,00% FA).

O teor de energia das dietas está diretamente relacionado com o ganho de peso dos animais (KIM et al., 2013). Nesta pesquisa, a inclusão de diferentes níveis de farelo

de acerola influenciou na redução da energia das dietas e, conseqüentemente, no ganho de peso dos animais. Nas fases I e II, a dieta AC27, quando comparada com a dieta DB, proporcionou reduções no ganho de peso da ordem de 39,65% e 30,33%, respectivamente.

O aumento na produção de resíduos, atrelado às reduções lineares nos ganhos de peso dos animais, resultou no aumento do coeficiente de resíduo do sólido total. A princípio, foi possível verificar que a dieta AC27, quando comparada à dieta DB, não foi eficiente devido à maior concentração de resíduo por quilograma de carne. Porém, convém salientar que esse efeito é resultante dos efeitos da fibra dietética.



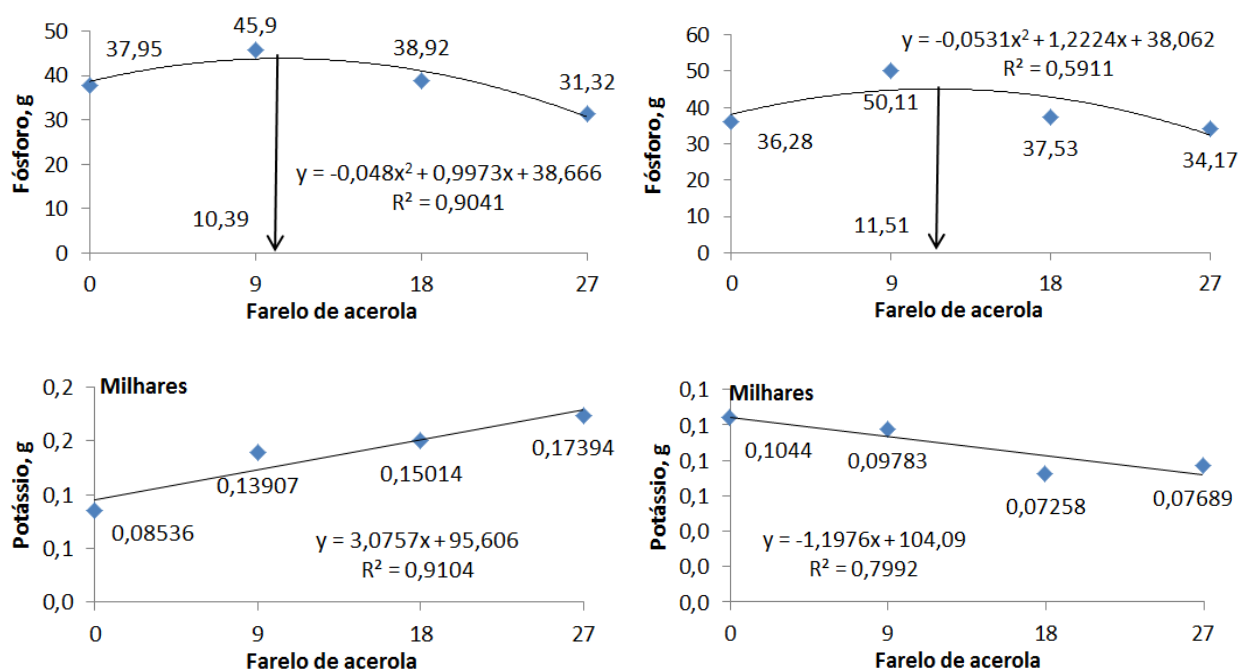


Figura 3. Excreções de sólidos totais, voláteis, nitrogênio, fósforo e potássio das fezes de suínos, em função dos diferentes níveis de inclusão de farelo de acerola nas dietas.

4.2. Biodigestão anaeróbia das fezes

A biodigestão anaeróbia é reconhecida como um processo comercialmente viável para a conversão de resíduos orgânicos em gás metano (TUESORN et al., 2013). Além disso, os sólidos residuais do processo são significativamente menos odoríferos e possuem menor potencial de poluição orgânica (PROVENZANO et al., 2014).

As dietas com maiores teores de farelo e acerola com maior participação de fibras apresentaram menores produções de biogás e metano, por quilograma de fezes *in natura* adicionada aos biodigestores (Tabela 7).

Os teores de biogás e metano, por quilograma de sólidos voláteis reduzidos não foram influenciados ($p > 0,05$) pelos níveis de farelo de acerola adicionados às dietas.

Tabela 7. Valores médios e erro padrão da média, dos potenciais de produção de biogás, de metano (m³), de ST e SV adicionados aos biodigestores e quantidades de ST e SV reduzidos no processo de biodigestão anaeróbia.

Variáveis	Médias				EPM	Regressão polinomial	
	DB	AC9	AC18	AC27		Linear	Quadrático
Biogás/kg fezes <i>in natura</i>	0,11	0,08	0,05	0,05	0,01	<0,0001	0,0678
Biogás/kg de ST adicionados	0,40	0,30	0,22	0,20	0,01	<0,0001	0,0683
Metano/kg fezes <i>in natura</i>	0,09	0,06	0,04	0,03	0,01	<0,0001	0,0723
Metano/kg de ST adicionados	0,32	0,23	0,16	0,15	0,01	<0,0001	0,0789
Biogás/kg de SV adicionados	0,54	0,39	0,26	0,23	0,02	<0,0001	0,0894
Biogás/kg de SV reduzidos	0,78	0,70	0,81	0,67	0,06	0,5912	0,7552
Metano/kg de SV adicionados	0,42	0,30	0,19	0,17	0,02	<0,0001	0,0653
Metano/kg de SV reduzidos	0,62	0,54	0,59	0,50	0,04	0,3304	0,8872
ST reduzidos, %	55,20	46,57	37,80	37,90	2,44	0,0002	0,1504
SV reduzidos, %	67,11	53,20	42,48	42,48	2,69	<0,0001	0,0952

EPM- erro padrão da média.

Menardo et al. (2011) afirmaram que as bactérias presentes nos biodigestores possuem dificuldade em digerir parte das fibras (celulose, hemicelulose e lignina) presente na matéria orgânica da fração sólida. Tais componentes da fibra formam um complexo físico-químico (MUSSATTO et al., 2008), dificultando a ação das enzimas.

Barakat et al. (2014) relataram que a taxa de biodigestão anaeróbia diminuiu, na medida em que o teor de lignina aumentou no processo. A biomassa lignocelulósica possui baixa biodegradabilidade, devido à sua complexa estrutura, resultando numa menor taxa de hidrólise (BROWN e LI, 2013). O aumento nos teores de fibra nos dejetos, em decorrência da elevação nos níveis de inclusão de farelo de acerola às dietas, proporcionaram reduções dos teores de sólidos totais reduzidos nas ordens de 15,63%, 31,52% e 31,34% para as fezes oriundas das dietas AC9, AC18 e AC27, respectivamente, em comparação com as fezes dos animais que receberam a dieta DB.

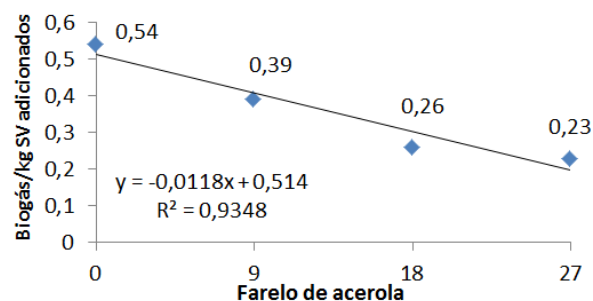
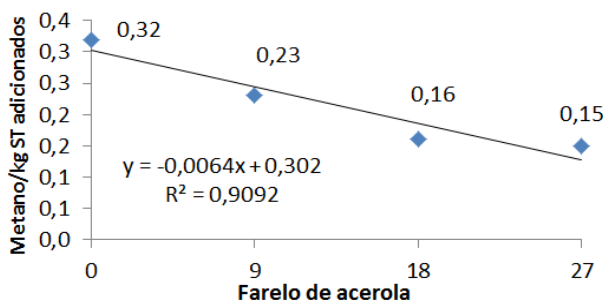
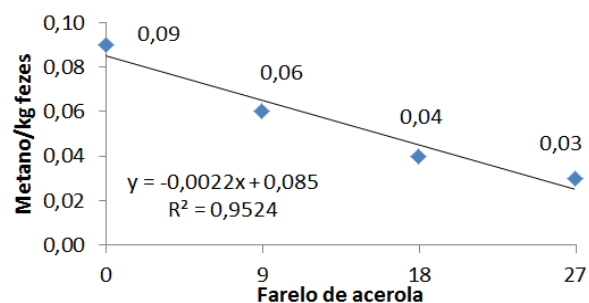
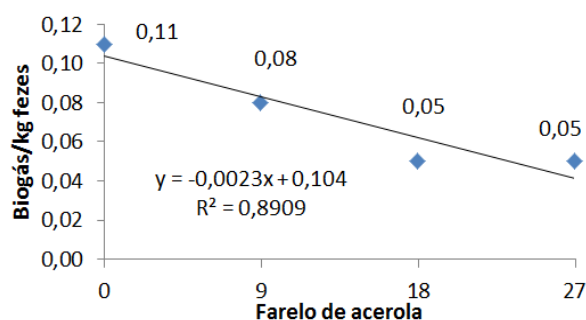
Os altos teores de fibra dos dejetos dos animais que receberam as dietas AC18 e AC27 influenciaram na reduzida biodegradabilidade dos sólidos totais, uma vez que a lignina não é degradada em ambientes anaeróbios (MAUSETH, 1988) necessitando, assim, da presença de oxigênio para total despolimerização.

Ao comparar os biodigestores abastecidos com dejetos provenientes de animais alimentados com 27% de farelo de acerola nas dietas, com aqueles abastecidos com as fezes dos animais que receberam a dieta basal, observou-se reduções para os potenciais de produção de biogás por quilograma de fezes *in natura* (54,55%), de biogás por quilograma de sólidos totais adicionados (50,00%), biogás por quilograma de sólidos voláteis adicionados (57,41%) e biogás por quilograma de sólidos voláteis reduzidos (14,10%).

As equações de predição dos potenciais de produção de biogás, de metano, de ST e SV adicionados aos biodigestores e reduzidos no processo de biodigestão anaeróbia encontram-se na Tabela 9 e na Figura 4.

Tabela 9. Equações de predição dos potenciais de produção de biogás, de metano (m^3), de ST e SV adicionados aos biodigestores e quantidades de ST e SV reduzidos no processo de biodigestão anaeróbia.

Variáveis	b0	b1	b2	R ²
Biogás/kg de ST adicionados	0,38	- 0,0076	-	0,93
ST reduzidos, %	53,46	- 0,6741	-	0,88



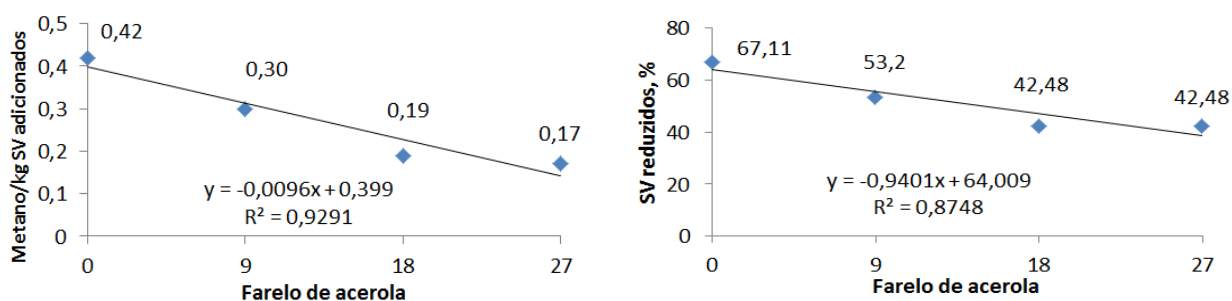


Figura 4. Potenciais de produção de biogás, de metano e sólidos voláteis reduzidos, em função dos diferentes níveis de inclusão de farelo de acerola nas dietas.

4.2.1. Produção e composição do biogás

Na Fase I (dos $78,81 \pm 5,10$ aos $99,67 \pm 4,08$ kg de peso) todos os biodigestores produziram biogás na primeira semana após o abastecimento, fato decorrente do uso de inóculo (Figura 5). Na terceira semana de operação foi possível observar que o incremento de farelo de acerola às dietas dos animais influenciou a produção de biogás, pois os biodigestores contendo as fezes dos animais que receberam as dietas com os maiores níveis de farelo (AC27) produziram a metade do biogás, em comparação com a dieta DB. Os picos de produção de biogás foram semelhantes entre os tratamentos, porém ocorreram em semanas diferentes.

Para as fezes colhidas durante a fase II (dos $99,67 \pm 4,08$ aos $123,42 \pm 10,76$ kg de peso), o volume de biogás produzido apresentou o mesmo comportamento da fase anterior (Figura 6). Os biodigestores abastecidos com as fezes dos animais que receberam a dieta basal produziram biogás por um período maior.

Os dejetos dos animais que receberam a dieta AC27 apresentaram elevados teores de metano e menores de gás carbônico no biogás (Figuras 7 e 8).

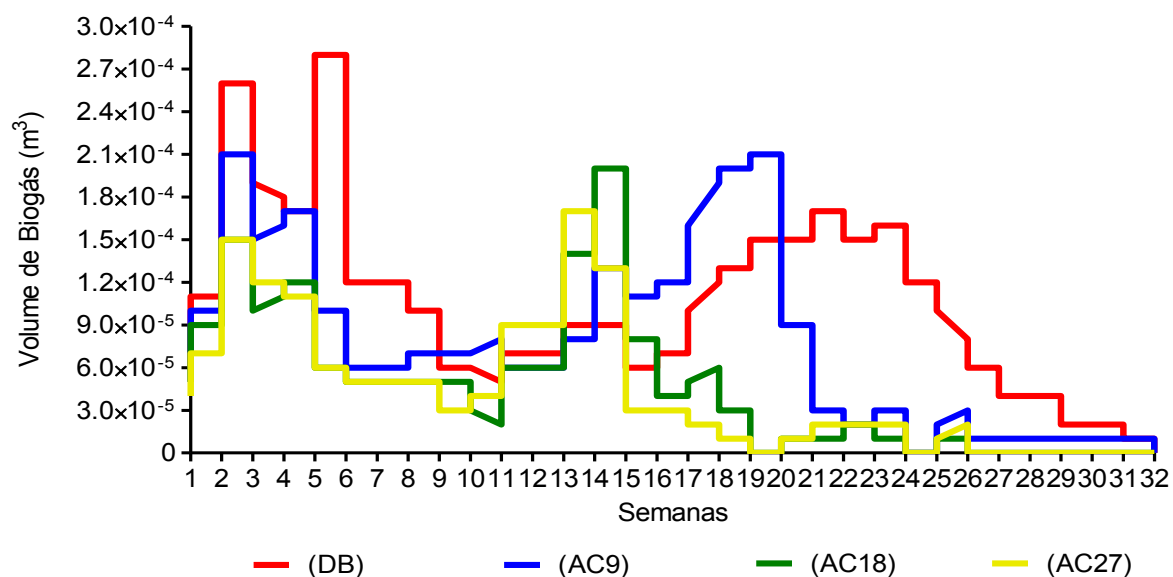


Figura 5. Produção média de biogás dos biodigestores abastecidos com dejetos dos suínos, na fase I, alimentados com diferentes níveis de farelo de acerola

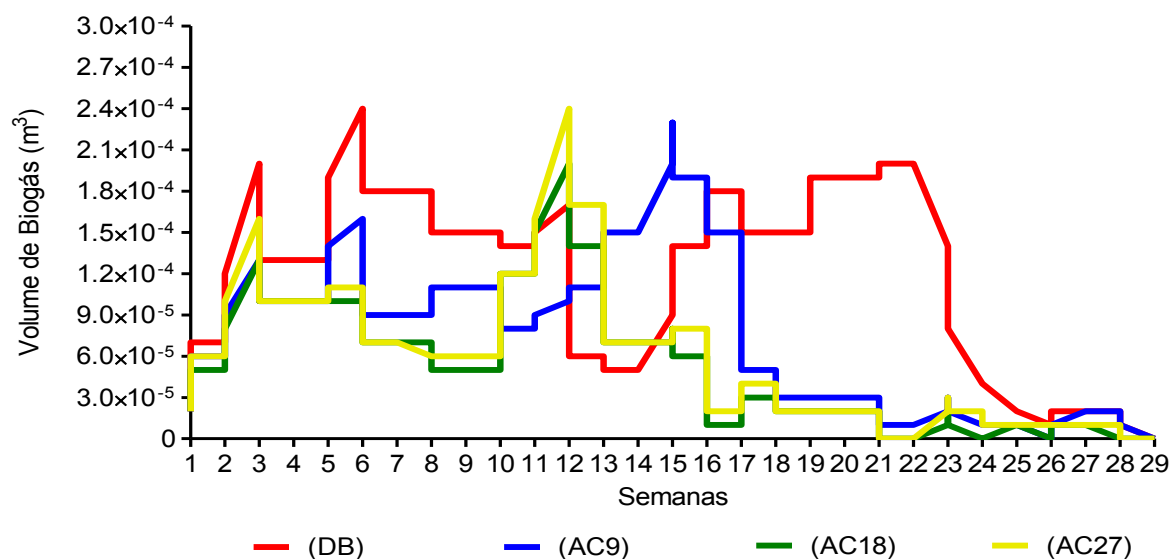


Figura 6. Produção média de biogás dos biodigestores abastecidos com dejetos dos suínos, na fase II, alimentados com diferentes níveis de farelo de acerola.

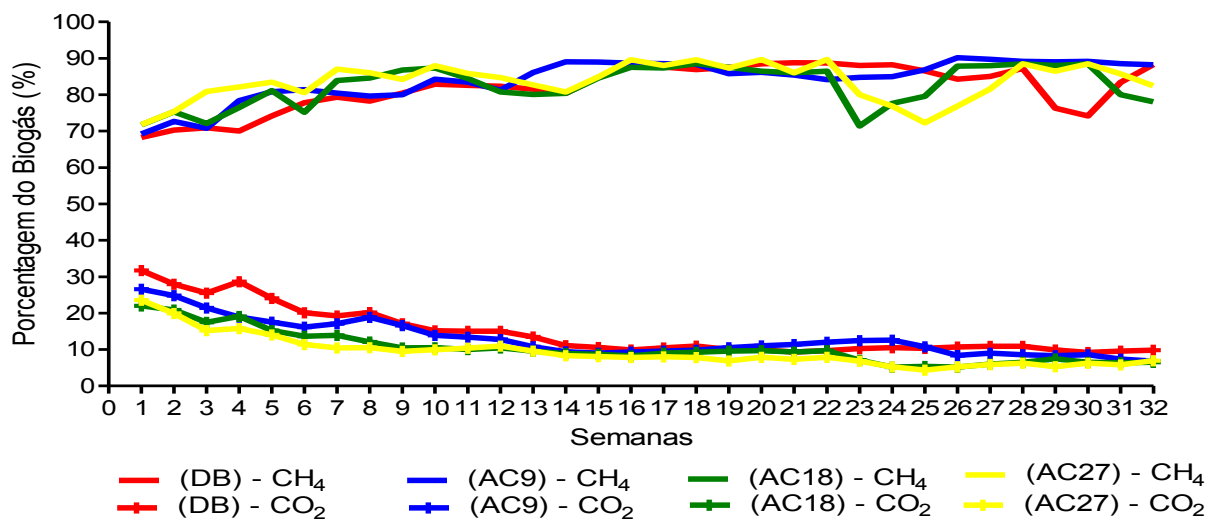


Figura 7. Porcentagens de metano (CH_4) e gás carbônico (CO_2), do biogás, dos biodigestores abastecidos com dejetos dos suínos, na fase I, alimentados com diferentes níveis de farelo de acerola nas dietas.

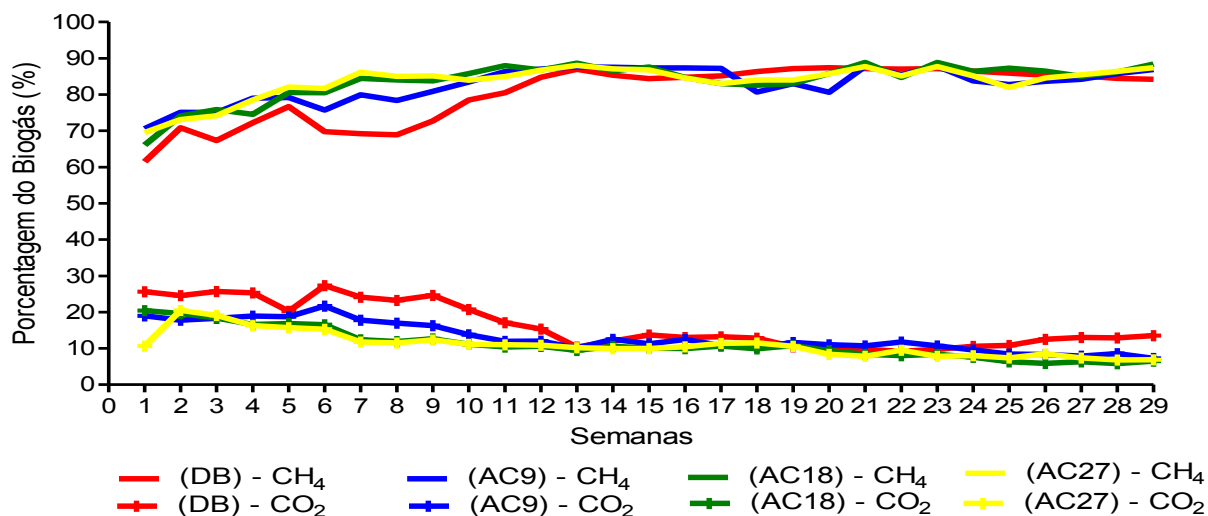


Figura 8. Porcentagens de metano (CH_4) e gás carbônico (CO_2), do biogás, dos biodigestores abastecidos com dejetos dos suínos, na fase II, alimentados com diferentes níveis de farelo de acerola nas dietas.

Nos biodigestores abastecidos com fezes dos animais da segunda fase, os dejetos daqueles que receberam a dieta AC18, apresentaram maiores teores de metano.

Apesar de produzir menos biogás (m^3), foi possível observar teores de metano ligeiramente superiores aos demais para os dejetos dos suínos alimentados com inclusões de 18% e 27% de farelo de acerola, em ambas as fases (Figuras 5 e 6). Melhores teores de metano foram relatados por Jurado et al. (2013), ao realizarem um pré-tratamento com hidróxido de sódio em dejetos ricos em fibras (celulose, hemicelulose e lignina).

5. Conclusões

Níveis crescentes de farelo de acerola nas dietas de suínos proporcionam aumento na quantidade de fezes excretadas, porém com reduções nos seus teores de macro e microminerais. Além disso, os potenciais de produção de biogás e metano são reduzidos à medida em que aumentam os níveis de inclusão de farelo de acerola.

6. Agradecimentos

À FAPESP pelo financiamento da pesquisa, PROCESSO 2011/22906-6, e pela bolsa de doutorado, PROCESSO 2011/22563-1.

À NUTRA - Nutrição Animal pela doação do Farelo de Acerola.

7. Referências

- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION - APHA. **Standard methods for examination of water and wastewater**. American Water Works Association, 19th ed. Washington, DC, 1134p. 1995.
- BACH KNUDSEN, K.E.; HEDEMANN, M.S.; LAERKE, H.N. The role of carbohydrates in intestinal health of pigs. **Animal Feed Science and Technology**. v.173, p.41-53, 2012.
- BAKARE, A.G.; NDOU, S.P.; CHIMONYO, M. Influence of physicochemical properties of fibrous diets on behavioural reactions of individually housed pigs. **Livestock Science**. v.157, Issues 2-3, p.527-534. 2013.

- BARAKAT, A.; KADIMI, A.; STEYER, J.P.; CARRÈRE, H. Impact of xylan structure and lignin–xylan association on methane production from C5-sugars. **Biomass and Bioenergy**. v.63, p.33-45, 2014.
- BERCHIELLI, T.T.; OLIVEIRA, S.G.; CARRILHO, E.N.V.M.; FEITOSA, J.V.; LOPES, A.D. Comparação de marcadores para estimativas de produção fecal e de fluxo de digesta em bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.34, n.3, p.987-996, 2005.
- BERNET, N.; BELINE, F. Challenges and innovations on biological treatment of livestock effluents. **Bioresource Technology**. v.100, p.5134-6436, 2009.
- BIKKER, P.; DIRKZWAGER, A.; FLEDDERUS, J.; TREVESI, P.; LE HUËROU-LURON, I.; LALLÈS, J.P.; AWATI, A. The effect of dietary protein and fermentable carbohydrates levels on growth performance and intestinal characteristics in newly weaned piglets. **Journal of Animal Science**. v.84, p.3337-3345, 2006.
- BROWN, D.; LI, Y. Solid state anaerobic co-digestion of yard waste and food waste for biogas production. **Bioresource Technology**. v.127, p.275-280, 2013.
- CAETANO, L. **Metodologia para estimativa da produção contínua de biogás em biodigestores modelo indiano**. 1991. 112f. Tese (Doutorado – Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 1991.
- FONSECA, L.A.; THOMAZ, M.C.; WATANABE, P.H.; DOS SANTOS, U.; BERTOCCO, J.M.; BORGES, A.; DANIEL, E.; ISELDA, G.C. Fiber sources in diets for newly weaned piglets. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.41, p.636-642, 2012.
- FRAGA, A.L.; THOMAZ, M.C.; KRONKA, R.N.; BUDIÑO, F.E.L.; HUAYNATE, R.A.R.; SCANDOLERA, A.J.; RUIZ, U.S.; D'ANGELIS, F.H.F. Qualitative-Feed-Restricted Heavy Swine: Meat Quality and Morpho-Histochemical Characteristics of Muscle Fibers. **Brazilian Archives of Biology and Technology**. v.52 n.5, p.1145-1156, 2009 b.
- FRAGA, A.L.; THOMAZ, M.C.; KRONKA, R.N.; BUDIÑO, F.E.L.; HUAYNATE, R.A.R.; SCANDOLERA, A.J.; RUIZ, U.S.; NADAI, A. Qualitative feed restriction for heavy swines: effect on digestibility and weight of organs of digestive tract, and environmental impact of feces. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**. v.61, n. 6, p.1353-1363, 2009 a.
- GALASSI, G.; COLOMBINI, S.; MALAGUTTI, L.; CROVETTO, G.M.; RAPETTI, L. Effects of high fibre and low protein diets on performance, digestibility, nitrogen excretion and ammonia emission in the heavy pig. **Animal Feed Science and Technology**. v.161, Issues 3-4, p.140-148, 2010.
- HANSON, A.R.; XU, G.; LI, M.; WHITNEY, M.H.; SHURSON, G.C. Impact of dried distillers grains with solubles (DDGS) and diet formulation method on dry matter, calcium, and phosphorus retention and excretion in nursery pigs. **Animal Feed Science and Technology**. v.172, Issues 3-4. p.187-193. 2012.
- JURADO, E.; SKIADAS, I.V.; GAVALA, H.N. Enhanced methane productivity from manure fibers by aqueous ammonia soaking pretreatment. **Applied Energy**. v.109, p.104-111, 2013.

- KERR, B.J., SHURSON, G.C. Strategies to improve fiber utilization in swine. **Jornal of Animal Science and Biotechnology**. v.4, p.11, 2013.
- KHANYILE, M.; NDOU, S.P.; CHIMONYO, M. Influence of *Acacia tortilis* leaf meal-based diets on growth performance of pigs. **Livestock Science**. In Press, Corrected Proof. 2014. DOI: 10.1016/j.livsci.2014.04.016.
- KIM, J.S.; INGALE, S.L.; LEE, S.H.; KIM, J.S.; LEE, J.H.; CHAE, B.J. Effects of energy levels of diet and β -mannanase supplementation on growth performance, apparent total tract digestibility and blood metabolites in growing pigs. **Animal Feed Science and Technology**. v.186, Issues 1-2, p.64-70, 2013.
- KRALER, M.; SCHEDULE, K.; DOMIG, K.J.; HEINE, D.; MICHLMAYR, H.; KNEIFEL, W. Effects of fermented and extruded wheat bran on total tract apparent digestibility of nutrients, minerals and energy in growing pigs. **Animal Feed Science and Technology**. In Press, Accepted Manuscript. 2014. DOI: 10.1016 / j.anifeedsci.2014.07.010.
- KUNZ, A.; MIELLE, M.; STEINMETZ, R.L.R. Advanced swine manure treatment and utilization in Brazil. **Bioresource Technology**. v.100, n.22, p.5485-5489, 2009.
- LEWIS, A.J.; SOUTHERN, L.L. **Swine Nutrition**. Second edition, CRC Press. Washington, D.C. 976p. 2001.
- MAUSETH, J.D. **Plant Anatomy**. The Benjamin/Cummings Publishing Company, CA. 1988.
- MENARDO, S.; BALSARI, P.; DINUCCIO, E.; GIOIELLI, F. Thermal pre-treatment of solid fraction from mechanically-separated raw and digested slurry to increase methane yield. **Bioresource Technology**. v.102, p.2026-2032, 2011.
- MOLIST, F.; OOSTRUM, M.V.; PÉREZ, J.F.; MATEOS, G.G.; NYACHOTI, C.M.; VAN DER AAR, P.J. Relevance of functional properties of dietary fibre in diets for weanling pigs. **Animal Feed Science and Technology**. v.189, p.1-10, 2014.
- MOLLER, H.B.; SOMMER, S.G.; AHRING, B.K. Separation efficiency and particle size distribution in relation to manure type and storage conditions. **Bioresource Technology**. v.85, p.189-196, 2002.
- MONTAGNE, L., LE FLOC'H, N., ARTURO-SCHAAN, M., FORET, R., URDACI, M.C., LE GALL, M. Comparative effects of level of dietary fiber and sanitary conditions on the growth and health of weanling pigs. **Journal of Animal Science**. v.90, p.2556-2569. 2012.
- MUSSATTO, S.I.; FERNANDES, M.; MILAGRES, A.M.F.; ROBERTO, I.C. Effect of hemicellulose and lignin on enzymatic hydrolysis of cellulose from brewer's spent grain. **Enzyme and Microbial Technology**. v.43, p.124-129, 2008.
- NDOU, S.P.; BAKARE, A.G.; CHIMONYO, M. Prediction of voluntary feed intake from physicochemical properties of bulky feeds in finishing pigs. **Livestock Science**. v.155, Issues 2-3, p.277-284, 2013.
- PONETTE-GONZÁLEZA, A.G. & FRY, M. Pig pandemic: industrial hog farming in eastern Mexico. **Land Use Policy**. v.27, p.1107-1110, 2010.

- PROVENZANO, M.R.; MALERBA, A.D.; PEZOLLA, D.; GIGLIOTTI, G. Chemical and spectroscopic characterization of organic matter during the anaerobic digestion and successive composting of pig slurry. **Waste Management**. v.34, p.653-660, 2014.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, P.C.; OLIVEIRA, R.F.; LOPES, D.C.; FERREIRA, A.S.; BARRETO, S.L.T.; EUCLIDES, R.F. **Tabelas brasileiras para aves e suínos** – Composição de alimentos e exigências nutricionais. Viçosa: Imprensa Universitária/UFV, 2011. 252p.
- SANTI, L. **Influência da adição de enzimas e microrganismos sobre a digestão anaeróbia de dejetos bovinos e suínos**. 2013. 57f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2013.
- SANTOS, T.M.B. **Balanço energético e adequação do uso de biodigestores em galpões de frangos de corte**. 2001. 167 f. Tese (Doutorado em Produção Animal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2001.
- TUESORN, S.; WONGWILAIWALIN, S.; CHAMPREDA, V.; LEETHOCHAWALIT, M.; NOPHARATANA, A.; TECHKARNJANARUK, S.; CHAIPRASERT, P. Enhancement of biogas production from swine manure by a lignocellulolytic microbial consortium. **Bioresource Technology**. v.144, p.579-586, 2013.
- WEIMER, D., STEVENS, J., SCHINCKEL, A., LATOUR, M. & RICHERT, B. Effects of feeding increasing levels of distillers dried grains with solubles to grow-finish pigs on growth performance and carcass quality. **Journal of Animal Science**, v.86 (Suppl. 2), p.51, 2008.

CAPÍTULO 5- ANÁLISE ECONÔMICA DO EMPREGO DE DIFERENTES NÍVEIS DE FARELO DE ACEROLA EM DIETAS PARA SUÍNOS EM TERMINAÇÃO

Resumo: Este estudo teve como objetivo caracterizar a inclusão de níveis crescentes de farelo de acerola nas dietas de suínos em terminação, mediante a avaliação de diferentes indicadores de retorno econômico. Quarenta e oito suínos, com peso inicial de $78,81 \pm 5,10$ e final de $123,42 \pm 10,76$ kg, foram alocados num delineamento em blocos casualizados, com quatro tratamentos (dieta basal - DB e inclusões crescentes de 9% - AC9, 18% - AC18 e 27% - AC27 de farelo de acerola) e doze repetições. Inicialmente, em função do local de obtenção do farelo de acerola, estabeleceram-se dois cenários. Cenário 1, obtenção local e, cenário 2 com obtenção do resíduo a uma distância de 400 km. No cenário 1, os custos operacionais efetivos e totais, para o processamento de 100 kg de ração, diminuíram com as inclusões de fibra, em ambas as fases. O COE, COT e a Receita bruta (R\$.Animal⁻¹) apresentaram reduções lineares ($p < 0,0001$), porém a dieta AC27 proporcionou um prejuízo de R\$5,83. Já no cenário 2, os indicadores econômicos foram desfavoráveis a inclusão desta fonte de fibra. Os custos operacionais efetivos e totais, para o processamento de 100 kg de ração, aumentaram com as inclusões de farelo de acerola, em ambas as fases. Observaram-se aumentos no custo das dietas (R\$.Animal⁻¹) e reduções no lucro operacional ($p < 0,0001$). Portanto, a inclusão de farelo de acerola nas dietas de suínos, em ambos os cenários, prejudicou os indicadores econômicos.

Palavras-chave: depreciação, fibra, lucro operacional, ponto de nivelamento, receita bruta

1. Introdução

A alimentação compreende uma parcela significativa dos custos de produção da carne suína (NIEMI et al., 2010). Os lucros estão diretamente relacionados com o aumento no custo dos ingredientes. A suinocultura brasileira depende, basicamente, do milho e do farelo de soja, dos quais, 60% da produção brasileira são destinados à alimentação animal (PASCOAL et al., 2010; CORASSA et al., 2014).

A busca por ingredientes alternativos, em substituição ao milho e farelo de soja, é uma opção para reduzir os custos de produção (MOREIRA et al., 2014). Normalmente, tais ingredientes provêm de agroindústrias e caracterizam-se por serem subprodutos do processo produtivo e possuem preço e disponibilidade variável.

Pesquisas recentes recomendam a utilização de alguns ingredientes alternativos para suínos como, por exemplo, o farelo de canola, resíduos do processamento do trigo (DDGS-trigo) (O'SHEA et al., 2014), farelo de côco (CARVALHO et al., 2014), cevada, triticale, sorgo de baixo tanino e trigo (WOYENGO et al., 2014), além dos resíduos do processamento do milho (DDGS-milho) (SMIT et al., 2014).

Uma característica comum entre a maioria dos ingredientes alternativos é o elevado teor de fibras e esta torna-se interessante do ponto de vista nutricional para suínos em terminação, pois reduz o aproveitamento energético pelos animais, possibilitando a produção de carcaças mais magras.

A produção e o comércio de frutas tropicais podem chegar a 82 milhões de toneladas em 2014 (FAO, 2014). As indústrias brasileiras processam cerca de 32 mil toneladas de acerola por ano. O farelo de acerola, desprezado no processo fabril, corresponde a 20% desse montante (AGUIAR et al., 2010). A principal região brasileira produtora de acerola é a Nordeste, seguida pela região Sudeste (PETINARI e TARSITANO, 2002).

Considerando que a escolha de um ingrediente alternativo está atrelada à sua oferta e disponibilidade, objetivou-se com este estudo caracterizar a inclusão de níveis crescentes de farelo de acerola nas dietas de suínos em terminação, mediante a avaliação de diferentes indicadores de retorno econômico.

2. Material e Métodos

Os procedimentos experimentais utilizados neste experimento foram analisados e aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA), da Universidade Estadual Paulista / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, sob o Protocolo #: 013252/11. Os animais foram criados de acordo com os princípios éticos na experimentação animal do Colégio Brasileiro de Experimentação (COBEA).

2.1. Instalações e animais experimentais

O ensaio foi conduzido nas instalações experimentais do Setor de Suinocultura do Departamento de Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - Unesp, Câmpus de Jaboticabal.

Utilizou-se 48 suínos machos castrados, com peso inicial de $78,81 \pm 5,10$ e final de $123,42 \pm 10,76$ kg, oriundos de granja comercial, foram alojados em baias individuais com $2,55 \text{ m}^2$ cada, equipadas com comedouros semi-automáticos e bebedouros do tipo chupeta.

2.2. Dietas experimentais e desempenho

As dietas foram formuladas para atender as exigências nutricionais indicadas por Rostagno et al. (2011), para suínos de alto potencial genético, nas seguintes fases: I – dos $78,81 \pm 5,10$ aos $99,67 \pm 4,08$ kg de peso; II - dos $99,67 \pm 4,08$ aos $123,42 \pm 10,76$ kg de peso.

Os tratamentos experimentais foram como se segue: Dieta basal -DB; Dieta contendo 9% de farelo de acerola -AC9; Dieta contendo 18% de farelo de acerola -AC18 e Dieta contendo 27% de farelo de acerola -AC27.

Inicialmente os animais foram submetidos a um período de adaptação (dos $74,99 \pm 5,71$ aos $78,81 \pm 5,10$ kg) às instalações e dietas, recebendo duas refeições diárias, às 8h e às 17h e água *ad libitum*. Após o período de adaptação, iniciou-se o ensaio de desempenho, com os animais recebendo as dietas pré-determinadas, até atingirem

123,42 ± 10,76 kg de peso, quando foram abatidos. Nesta fase, toda ração fornecida e as sobras foram pesadas diariamente, e os animais pesados semanalmente. Determinou-se o ganho diário de peso (GDP), em kg.dia⁻¹; o consumo diário de ração (CDR), em kg.dia⁻¹, a conversão alimentar (CA).

Ao final do período experimental os animais foram encaminhados para abate em frigorífico comercial. Em seguida foi calculado o índice de bonificação das carcaças conforme descrito por Fávero et al. (1997) e indicado a seguir:

$$IB = 37,004721 + 0,094412 \times PCQ + 1,144822 \times \%CM - 0,000053067 \times PCQ \times \%CM + 0,000018336 \times PCQ^2 + 0,000409 \times \%CM^2$$

IB – índice de bonificação

PCQ - quantidade de carne magra;

%CM - porcentagem de carne magra.

2.3. Análise econômica

A análise econômica da inclusão de diferentes níveis de farelo de acerola nas dietas de suínos baseou-se na metodologia do Instituto de Economia Agrícola (IEA), descrita por Matsunaga et al. (1976), constituída de:

- *Custo operacional efetivo (COE)*: soma dos custos com aquisição dos animais, dietas, utilização operacional de mão-de-obra, energia elétrica e manutenção da infraestrutura.
- *Custo operacional total (COT)*: soma do COE com a depreciação da infraestrutura.

Inicialmente determinou-se o custo de produção de cada dieta, sendo que os preços, tomados no mês de maio de 2013, e as porcentagens de inclusão dos ingredientes utilizados estão apresentados na Tabela 1. Para o cálculo do gasto com energia elétrica destinada ao funcionamento dos equipamentos utilizados no processamento (moinho elétrico e misturadores vertical e em Y de rações) considerou-se o valor de R\$ 0,1551 por kwh, referente ao preço da energia elétrica na zona rural de

Jaboticabal/SP, no mês de junho de 2013. O consumo de energia para cada equipamento foi calculado considerando a potência multiplicada pelo tempo de uso.

Levantou-se os dados referentes à infraestrutura de produção, quantidade de equipamentos utilizados, preço, vida útil e horas de uso no ano e no experimento. O custo de manutenção foi estimado em 3,0% ao ano do valor atual do bem. Os cálculos de manutenção e depreciação, por hora e por tratamento, dos itens de investimentos iniciais e infraestrutura para produção das dietas estão detalhados no Anexo 01.

Os suínos foram orçados e adquiridos numa granja comercial, em maio de 2013, pelo preço de R\$ 2,66 o quilograma.

Tabela 1. Preços e porcentagens de inclusão dos ingredientes utilizados nas dietas experimentais (maio de 2013).

Ingredientes (%)	Preço (R\$.kg ⁻¹)	Fase I				Fase II			
		DB	AC9	AC18	AC27	DB	AC9	AC18	AC27
Milho comum	0,59	76,89	69,70	61,11	53,64	80,59	73,18	65,68	58,17
Farelo de Soja (45%)	0,98	19,39	17,81	17,23	15,40	16,10	14,49	12,72	10,95
Farelo de Acerola	0,10	0,00	9,00	18,00	27,00	0,00	9,00	18,00	27,00
Caulim (Inerte)	0,55	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Fosfato Bicálcico	2,30	0,87	0,91	0,95	0,99	0,80	0,84	0,88	0,93
Óleo de Soja	3,10	0,43	0,00	0,00	0,00	0,19	0,00	0,00	0,00
Calcário	0,16	0,61	0,60	0,58	0,57	0,57	0,56	0,55	0,54
Sal Comum	1,14	0,35	0,36	0,36	0,37	0,33	0,33	0,34	0,34
Lisina, 78%	5,30	0,25	0,32	0,36	0,44	0,25	0,32	0,39	0,47
Pré-mistura vit.-min. ⁽¹⁾	6,50	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Treonina, 98%	5,63	0,06	0,10	0,13	0,18	0,04	0,09	0,14	0,18
Metionina, 99%	24,60	0,05	0,09	0,12	0,17	0,03	0,07	0,11	0,16
Triptofano, 98%	66,51	0,00	0,01	0,02	0,04	0,00	0,02	0,03	0,04
Valina, 99%	2,05	0,00	0,00	0,04	0,10	0,00	0,00	0,06	0,12

⁽¹⁾Cenário 1: farelo de acerola vendido pela empresa fornecedora; ⁽²⁾Cenário 2: encargos de transporte adicionados ao custo do farelo de acerola; ⁽³⁾Pré-mistura vitamínico-mineral – quantidade por kg do produto: 500 mg de Ácido Fólico, 150 mg de Selênio, 10.000 mg de Cobre, 15.000 mg de Pantotenato de Cálcio, 100 mg de Biotina, 23.000 mg de Manganês, 400 mg de Iodo, 20.000 mg de Niacina, 6.000.000 U.I. de Vitamina A, 1.257 mg de Vitamina B1, 15.000 µg de Vitamina B12, 3.336 mg de Vitamina B2, 1.257 mg de Vitamina B6, 1.500.000 U.I. de Vitamina D3, 13.000 U.I. de Vitamina E, 2.000 mg de Vitamina K, 80.000 mg de Zinco, 110.000 mg de Ferro, 100 mg de Antioxidante (B.H.T.); Fase I - dos 78,81±5,10 aos 99,67±4,08 kg; Fase II - dos 99,67±4,08 aos 123,42±10,76 kg.

A depreciação das instalações foi calculada pelo método linear, considerando-se o valor final ou de sucata igual à zero. Tanto a manutenção quanto a depreciação da

infraestrutura, foram apropriadas para cada tratamento em função das horas de uso, da seguinte forma:

$$D = \left(\frac{V_i - V_f}{N \times H} \right) \times ht \quad M = \left(\frac{V_i \times 3\%}{H} \right) \times ht$$

Em que:

D = depreciação em R\$/tratamento

N = vida útil (em anos)

M = manutenção em R\$/tratamento

H = horas de uso por ano

V_i = valor inicial em R\$

ht = horas de uso por tratamento

V_f = valor final ou de sucata

Na estimativa dos gastos com mão-de-obra, para o manejo dos suínos durante o experimento, considerou-se o custo hora de R\$ 4,49. Este custo refere-se ao de um funcionário permanente (25 dias por mês e 4,0 horas diários de efetivo trabalho no experimento), recebendo um salário mínimo (São Paulo) por mês (R\$ 899,00) mais 43,0% de encargos sociais.

A infraestrutura inicial de cada baia foi orçada em R\$ 1.353,42. Os cálculos de manutenção e depreciação foram baseados neste valor.

A rentabilidade foi analisada por meio dos seguintes indicadores econômicos:

- *Receita Bruta (RB)*: o valor final, em reais, recebido pelos suínos (R\$/suíno), dentro do sistema de tipificação, com base no índice de bonificação (IB), peso da carcaça quente (PCQ), rendimento de carcaça (Rendcarq) e preço do suíno vivo no período de execução do experimento, conforme fórmula descrita por Guidoni (2000) e indicada a seguir:

$$RB \text{ (R$/suíno)} = (\text{preço do quilograma do suíno vivo}) [(PCQ / Rendcarq) \times IB].$$

- *Lucro Operacional -LO (R\$)*: diferença entre a receita bruta e o custo operacional total (COT). O indicador do resultado do lucro operacional mede a lucratividade da atividade

no curto prazo, mostrando as condições financeiras e operacionais da atividade, segundo a seguinte fórmula.

$$LO = RB - COT$$

- *Ponto de Nivelamento (PN)*: mostra a produção ou preço mínimo necessário para cobrir o COT, de acordo com a seguinte equação.

$$PN_p = \frac{COT}{Q} \qquad PN_q = \frac{COT}{P}$$

Em que:

P = preço unitário do produto, em R\$/kg

Q = quantidade produzida por tratamento, em kg

3. Delineamento experimental e análises estatísticas

Os dados foram analisados usando o procedimento MIXED do SAS® v.9.2 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA). Utilizou-se o delineamento em blocos casualizados, para controlar as diferenças no peso inicial. As análises de variâncias dos resultados foram testadas pela normalidade dos erros e homocedasticidade das variâncias (testes de Shapiro-Wilk e Box-Cox, respectivamente).

As variáveis analisadas foram testadas quanto a efeitos linear e quadrático, por meio de contrastes ortogonais.

4. Resultados e Discussão

4.1. Desempenho

A inclusão de níveis crescentes de farelo de acerola às dietas de suínos proporcionou efeito quadrático ($Y = -0,0013x^2 + 0,013x + 3,72$ e $R^2=0,83$) para o consumo diário de ração, deste modo, a maior ingestão estimada foi observada com a inclusão de 5,07% de farelo de acerola (Tabela 2).

Tabela 2. Valores médios e erro padrão da média, do desempenho e índice de bonificação de suínos alimentados com diferentes níveis de farelo de acerola nas rações.

Variáveis	Médias				EPM	Contraste polinomial	
	DB	AC9	AC18	AC27		Linear	Quadrático
CDR, kg	3,68	3,89	3,40	3,19	0,05	<0,0001	0,0142
GDP, kg	1,26	1,18	0,96	0,82	0,03	<0,0001	0,4739
CA	2,91	3,34	3,55	3,76	0,07	<0,0001	0,2287
PF, kg	131,53	129,24	119,50	113,41	1,55	<0,0001	0,3767
IB, %	1,07	1,09	1,08	1,09	2,47	0,2838	0,2924

CDR – consumo diário de ração, GDP – ganho diário de peso, CA – conversão alimentar; IB – Índice de Bonificação; EPM – Erro padrão da média.

O ganho diário de peso ($Y = -0,017x + 1,28$ e $R^2=0,97$), o peso final ($Y = -0,712x + 133,04$ e $R^2=0,95$) e a conversão alimentar ($Y = 0,030x + 2,97$ e $R^2=0,96$) apresentaram reduções e piora linear, respectivamente. Já o índice de bonificação das carcaças não foi influenciado ($p>0,05$) pela inclusão desta fonte de fibra.

4.2. Análise econômica

A suinocultura paulista caracteriza-se pelo predomínio de pequenos e médios produtores independentes, sujeitos às oscilações do mercado. Dentre os principais problemas enfrentados, é possível ressaltar a falta de escala de produção, concorrência com outras atividades de maior rentabilidade e, principalmente, os custos de produção elevados (BUENO, 2014).

Na última década, drásticos aumentos no custo da alimentação dos suínos reduziram as margens de lucro da produção (SCHMIT et al., 2009). Por isso, a compreensão de todos os componentes do custo de produção é muito importante, pois permite uma visão geral da situação e possibilita intervenções pontuais (NACHILUK e OLIVEIRA, 2012).

Neste estudo, os custos operacionais efetivos (COE) e totais (COT), do processamento de 100 kg de ração para suínos em terminação, apresentaram reduções lineares em ambas as fases (Tabela 3). Na fase I, a inclusão da dieta AC27 quando comparada à DB proporcionou reduções de 12,17% e 12,27% nos COE e COT,

respectivamente. Tais reduções são extremamente interessantes, considerando-se que a margem de lucro dos suinocultores é mínima (ROCHA et al., 2007).

Bispo et al. (2008) ressaltaram que a diminuição dos custos dos ingredientes que compõem as dietas, é ponto chave para o sucesso na produção de suínos. Neste estudo, na fase II, as reduções no COT (R\$/kg), das dietas AC9, AC18 e AC27, em comparação com a dieta basal, foram de 3,70%; 7,40% e 11,11%, respectivamente.

Tabela 3. Custo operacional efetivo (COE) e total (COT) do processamento de 100 kg de dietas com inclusões de diferentes níveis de farelo de acerola, em R\$ maio de 2013.

Custos	Fase I				Fase II			
	DB	AC9	AC18	AC27	DB	AC9	AC18	AC27
COE								
Ingredientes, R\$	72,89	69,25	66,34	64,51	70,46	67,44	65,07	62,71
Energia elétrica, R\$								
Moinho elétrico	0,08	0,07	0,05	0,04	0,07	0,08	0,06	0,05
Misturador vertical	0,10	0,10	0,09	0,08	0,09	0,11	0,09	0,09
Misturador em Y	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Mão-de-obra, R\$								
Moinho elétrico	2,20	1,98	1,57	1,21	2,16	2,25	1,71	1,44
Misturador vertical	2,83	2,83	2,56	2,25	2,74	3,05	2,56	2,47
Misturador em Y	4,49	4,49	4,49	4,49	4,49	4,49	4,49	4,49
Manutenção, R\$								
Moinho elétrico	0,17	0,15	0,12	0,09	0,17	0,17	0,13	0,11
Misturador vertical	0,09	0,09	0,09	0,07	0,09	0,10	0,09	0,08
Misturador em Y	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Total – COE	83,05	79,15	75,51	72,94	80,47	77,89	74,39	71,63
Depreciação, R\$								
Moinho elétrico	0,25	0,23	0,18	0,14	0,25	0,26	0,19	0,16
Misturador vertical	0,14	0,14	0,13	0,11	0,14	0,15	0,13	0,12
Misturador em Y	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
Total	0,47	0,44	0,38	0,33	0,46	0,49	0,40	0,36
COT, R\$.100 kg⁻¹	83,52	79,59	75,89	73,27	80,93	78,37	74,79	71,99
COT, R\$.kg⁻¹	0,84	0,80	0,76	0,73	0,81	0,78	0,75	0,72
Consumo dietas, kg.tratamento⁻¹	946,59	937,84	855,78	749,31	910,62	1024,13	858,55	818,82

Fase I - dos 78,81±5,10 aos 99,67±4,08 kg; Fase II - dos 99,67±4,08 aos 123,42±10,76 kg.

O incremento de fibra nas dietas dos suínos influenciou na queda do consumo diário de ração e diluição energética das dietas (ZHANG et al., 2013; WOYENGO et al., 2014). Comportamento semelhante foi observado neste experimento, de modo que os maiores níveis de fibras (AC27) promoveram menor peso das carcaça quente dos animais, quando comparados com a dieta basal - DB (Tabela 4).

O custo das dietas (R\$.Animal⁻¹) apresentou efeito quadrático, sendo o maior valor estimado com a inclusão de 2,39% de farelo de acerola. Este custo foi influenciado pelo consumo diário de ração (Tabela 2), que também apresentou efeito quadrático. Já os custos operacionais efetivos (COE) e totais (COT), R\$.Animal⁻¹, apresentaram reduções lineares (p<0,0001).

Tabela 4. Valores médios do custo operacional efetivo (COE), total (COT) e rentabilidade de suínos, submetidos a dietas com inclusões de diferentes níveis de farelo de acerola, em R\$ maio de 2013.

Custos	Médias				EPM	Regressão polinomial	
	DB	AC9	AC18	AC27		Linear	Quadrática
Suínos, R\$.Animal ⁻¹	208,02	211,48	209,95	209,05	1,96	0,9313	0,5924
Dietas, R\$.Animal ⁻¹	110,97	111,67	93,87	83,07	2,16	<0,0001	0,0176
Energia elétrica, R\$	8,65	8,65	8,65	8,65			
Mão-de-obra, R\$.Animal ⁻¹	26,25	26,25	26,25	26,25			
Manutenção Infra., R\$	5,45	5,45	5,45	5,45			
COE, R\$.Animal ⁻¹	359,34	363,51	344,17	332,48	3,04	<0,0001	0,0989
Depreciação Infra., R\$	9,08	9,08	9,08	9,08			
COT, R\$.Animal ⁻¹	368,42	372,59	353,25	341,56	3,04	<0,0001	0,0989
Peso médio carcaça quente, kg.Animal ⁻¹	103,89	101,60	92,97	85,99	1,30	<0,0001	0,1607
COT médio, R\$.kg ⁻¹	3,54	3,66	3,80	3,97			
Venda com bonificação, R\$.kg ⁻¹	3,72	3,78	3,79	3,90			
Receita bruta, R\$.Animal ⁻¹	387,19	384,12	353,10	335,72	1,97	<0,0001	0,3438
Lucro operacional, R\$	18,77	11,52	-0,15	-5,83	2,27	0,0013	0,8864
Ponto nivelamento, R\$	3,55	3,67	3,80	3,94	0,02	<0,0001	0,7007
Ponto nivelamento, kg	99,03	98,56	93,21	87,58	0,93	<0,0001	0,0643

EPM- erro padrão da média.

Como consequência das reduções da receita bruta e do COT, foi possível observar reduções lineares ($p=0,0013$) no lucro operacional (LO), de maneira que a dieta AC27 proporcionou prejuízo de R\$ 5,83 o que torna este nível de inclusão não lucrativo num curto prazo. Porém, como observado no capítulo 3, a maior inclusão de farelo de acerola as dietas (AC27) proporcionou um aumento no teor dos ácidos graxos benéficos á saúde humana. Este fato pode auxiliar os produtores no momento da comercialização das carcaças, buscando melhores preços.

O ganho de peso dos animais também influenciou nas reduções da receita bruta nas ordens de 0,79%, 8,80% e 13,29%, para as dietas AC9, AC18 e AC27, respectivamente.

Para cobrir os COT foi necessária a produção de 87,58 kg de carne, dos animais que receberam a dieta AC27, ou a venda destes animais por R\$ 3,94 o quilograma. Como estes animais tiveram um peso médio de carcaça quente de 85,99 e um preço de venda de R\$ 3,90 o quilograma da carcaça, justifica-se o pequeno prejuízo mencionado anteriormente. Novamente, ressalta-se a importância na busca por melhores preços de comercialização às carcaças dos animais que receberam farelo de acerola. Uma vez que o prejuízo poderá ser revertido a lucro.

As equações de predição das variáveis de custo para o cenário 1 estão descritas na Tabela 5.

Tabela 5. Equações de predição das variáveis do custo operacional efetivo (COE), total (COT) e rentabilidade de suínos, submetidos a dietas com inclusões de diferentes níveis de farelo de acerola, em R\$ maio de 2013 (cenário 1).

Variáveis	b0	b1	b2	R ²
Dietas, R\$.Animal ⁻¹	112,25	- 0,1694	- 0,0355	0,94
COE, R\$.Animal ⁻¹	364,86	- 1,1102	-	0,82
COT, R\$.Animal ⁻¹	373,84	- 1,1102	-	0,82
Peso médio carcaça quente, kg.Animal ⁻¹	105,46	- 0,6926	-	0,96
Receita bruta, R\$.Animal ⁻¹	392,85	- 2,0603	-	0,92
Lucro operacional, R\$	18,89	- 0,9497	-	0,98
Ponto nivelamento, R\$	3,54	0,0144	-	0,99
Ponto nivelamento, kg	100,55	- 0,4411	-	0,91

5. Conclusões

A princípio a inclusão de farelo de acerola nas dietas de suínos prejudicou os indicadores econômicos, porém a bonificação das carcaças dos animais pode melhorar em função do aumento nos teores de ácidos graxos, benéficos, no músculo *Longissimus dorsi*.

6. Agradecimentos

À FAPESP pelo financiamento da pesquisa, PROCESSO 2011/22906-6, e pela bolsa de doutorado, PROCESSO 2011/22563-1.

À NUTRA - Nutrição Animal pela doação do Farelo de Acerola.

7. Referências

- AGUIAR, T.M.; RODRIGUES, F.S.; SANTOS, E.R.; SABAA-SRUR, A.U.O. Caracterização química e avaliação do valor nutritivo de sementes de acerola. **Nutrire: Journal Brazilian Society Food Nutrition**. v.35, n.2, p.91-102. 2010.
- BISPO, O.N.A.; FERREIRA, M.A.M.; ABRANTES, L.A. Viabilidade financeira na internalização da produção de ração na suinocultura. **XLVI CONGRESSO DA SOBER – Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural**. Rio Branco-AC, 2008.
- BUENO, C.R.F. Análise de mercado de proteínas animais: suinocultura no Estado de São Paulo em 2014. **Análises e Indicadores do Agronegócio**. v.9, n.6, 2014.
- CARVALHO, L.E.; WATANABE, P.H.; RIBEIRO, J.C.; NEPOMUCENO, R.C.; GOMES, T.R.; OLIVEIRA, E.L. Níveis de farelo de coco em rações para leitões na fase de creche. **Archivos de Zootecnia**. v.63, n.242, p.7-15, 2014.
- CORASSA, A.; PREZOTTO, R.T.; KOMIYAMA, C.M.; MOREIRA, P.S.A.; ARAÚJO, C.V. Farelo de biscoito na alimentação de porcas em lactação. **Pesquisa Agropecuária Tropical**. v.44, n.1, p.42-49, 2014.
- FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Statistical Yearbook 2014**. Disponível em <http://www.fao.org/docrep/019/i3592e/i3592e.pdf>
- FÁVERO, J.A.; GUIDONI, A.L.; BELLAVER, C. Predição do índice de valorização de carcaças suínas em função do peso e do percentual de carne. In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS, 8, 1997, Concórdia. **Anais...** Concórdia: EMBRAPA-CNPSEA, p.405-406, 1997.

- GUIDONI, A.L. MELHORIA DE PROCESSOS PARA A TIPIFICAÇÃO E VALORIZAÇÃO DE CARCAÇAS SUÍNAS NO BRASIL In: **1ª Conferência Internacional Virtual sobre Qualidade de Carne Suína**. Concórdia-SC. 2000.
- MATSUNAGA, M.; BEMELMANS, P. F.; TOLEDO, P. E. N.; DULLEY, R. D.; OKAWA, H.; PEDROSO, I. A. Metodologia de custo de produção utilizada pelo IEA. **Boletim Técnico do Instituto de Economia Agrícola**. p.123-139, 1976.
- MOREIRA, F.R.C.; COSTA, A.N.; MARTINS, T.D.D.; SILVA, J.H.V.; MEDEIROS, H.R.; CRUZ, G.R.B. Substituição parcial do milho por sorgo granífero na alimentação de suínos nas fases de creche, crescimento e terminação. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**. v.15, n.1, p.94-107, 2014.
- NACHILUK, K. e OLIVEIRA, M.D.M. Custo de Produção: uma importante ferramenta gerencial na agropecuária. **Análises e Indicadores do Agronegócio**. v.7, n.5, 2012.
- NIEMI, J.K., SEVÓN-AIMONEN, M.L.; PIETOLA, K.; STALDER, K.J. The value of precision feeding technologies for grow-finish swine. **Livestock Science**. v.129, p.13-23, 2010.
- O'SHEA, C.J.; MC ALPINE, P.O.; SOLAN, P.; CURRAN, T.; VARLEY, P.F.; WALSH, P.M.; O'DOHERTY, J.V. The effect of protease and xylanase enzymes on growth performance, nutrient digestibility, and manure odour in grower-finisher pigs. **Animal Feed Science and Technology**. v.189, p.88-97, 2014.
- PASCOAL, L.A.F.; MIRANDA, E.C.; LAMENHA, M.I.A.; WATANABE, P.H.; MIRANDA, C.C.; SILVA, L.P.G.; ARAÚJO, D.M. Inclusão de farelo de coco em dietas para suínos em crescimento com ou sem suplementação enzimática. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.11, n.1, p 160-169, 2010.
- PETINARI, R.A. e TARSITANO, M.A.A. Análise econômica da produção de acerola para mesa, em Jales-SP: um estudo de caso. **Revista Brasileira de Fruticultura**. v.24, n.2, p.411-415, 2002.
- ROCHA, D.T.; MOURA, A.D.; GIROTTO, A.F.; SILVA, F.C.O.; VELOSO, A.F. Análise de risco de sistemas de produção de suínos, integrado e independente, em períodos de alta e baixa rentabilidade. **XLV CONGRESSO DA SOBER** – Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural. Londrina-PR, 2007.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, P.C.; OLIVEIRA, R.F.; LOPES, D.C.; FERREIRA, A.S.; BARRETO, S.L.T.; EUCLIDES, R.F. **Tabelas brasileiras para aves e suínos** – Composição de alimentos e exigências nutricionais. Viçosa: Imprensa Universitária/UFV. 252p. 2011.
- SCHMIT, T.M., VERTERAMO, L.; TOMEK, W.G. Implications of growing biofuel demands on northeast livestock feed costs. **Agricultural and Resource Economics Review**. v.38, p.200-212, 2009.
- SMIT, M.N.; SENEVIRATNE, R.W.; JOVEM, M.G.; LANZ, G.; ZIJLSTRA, R.T.; BELTRANENA, E. Feeding increasing inclusions of canola meal with distillers dried grains and solubles to growing-finishing barrows and gilts. **Animal Feed Science and Technology**. v.189, p.107-116, 2014.

WOYENGO, T.A.; BELTRANENA, E. and ZIJLSTRA, R.T. NONRUMINANT NUTRITION SYMPOSIUM: Controlling feed cost by including alternative ingredients into pig diets: A review. **Journal of Animal Science**. v.92, p.1293-1305, 2014.

ZHANG, W.; LI, D.; LIU, L.; ZANG, J.; DUAN, Q.; YANG, W.; ZHANG, L. The effects of dietary fiber level on nutrient digestibility in growing pigs. **Journal of Animal Science and Biotechnology**. v.4, p.1-7, 2013.

Anexo 01. Manutenção e depreciação, por hora e por tratamento, dos itens de investimentos iniciais.

Itens	Nº	Preço (R\$)	Uso horas	Valor total (R\$)	Vida útil (anos)	Valor sucata (R\$)	Depreciação (R\$/exp.)	Manutenção (R\$/exp.)
<i>Moinho elétrico</i>	1,00	27550,00	3,23	27550,00	20,00	2755,00	0,11	1,11
Capacidade (kg/h)	1500,00							
Dietas (kg)	4830,34							
Energia elétrica (Kw/h)	10,00	0,15		0,50				
<i>Misturador vertical</i>	1,00	12000,00	4,74	12000,00	20,00	1200,00	0,05	0,67
Capacidade (kg/h)	1500,00							
Dietas (kg)	71,01							
Energia elétrica (Kw/h)	7,35	0,15		0,74				
<i>Misturador em Y</i>	1,00	4000,00	4,00	4000,00	20,00	400,00	0,16	0,20
Capacidade (kg/h)	150,00							
Dietas (kg)	2160,00							
Energia elétrica (Kw/h)	2,2	0,15						
Balança digital (30 kg)	1,00	900,00	392,00	900,00	8,00	0,00	4,59	1,10
Balança digital (300 kg)	1,00	4000,00	392,00	4000,00	8,00	0,00	20,42	4,90
Espátula de alumínio	8,00	10,00	392,00	80,00	5,00	0,00	0,65	0,10
Potes plásticos	52,00	0,60	392,00	31,20	5,00	0,00	0,25	0,04
Infraestrutura – Galpão	1,00	64964,32	392,00	64964,32	20,00	0,00	132,64	79,58
Outros		322,00	392,00	322,00	1,00	0,00	2,66	0,08
Total				113848,76		4355,00	161,53	87,78

Outros – vassoura, rodo, baldes, pá de lixo, sacos plásticos, luvas de látex.

IMPLICAÇÕES

Sugere-se a inclusão de até 27% de farelo de acerola às dietas de suínos em terminação, pois esta fonte de fibra caracteriza-se como um diluidor energético. Esta redução, aliada ao alto teor de fibra, reduziu o ganho diário de peso, o peso final e piorou a conversão alimentar dos animais.

Este nível de inclusão de fibra também diminuiu a espessura de toucinho média, a área de gordura, a relação gordura/carne e aumentou a porcentagem de carne magra e nos teores dos ácidos graxos benéficos à saúde, sem, no entanto, afetar os parâmetros de qualidade da carne.

Ressalta-se que os altos níveis de farelo de acerola proporcionaram maior quantidade de fezes excretadas, e reduções nos potenciais de produção de biogás e metano. Além disso, os indicadores econômicos também foram prejudicados inviabilizando o lucro em curto prazo. Porém ressalta-se que devido às melhorias na qualidade das carcaças e nos teores de ácidos graxos, é possível obter melhor remuneração para as carcaças dos animais que ingeriram 27% de farelo de acerola às dietas.