



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**RAYSSA SANTOS CÂNDIDO**

**FARINHA DE SILAGEM DE PESCADO EM RAÇÕES PARA SUÍNOS NAS  
FASES DE CRESCIMENTO E TERMINAÇÃO**

**FORTALEZA**

**2016**

**RAYSSA SANTOS CÂNDIDO**

**FARINHA DE SILAGEM DE PESCADO EM RAÇÕES PARA SUÍNOS NAS  
FASES DE CRESCIMENTO E TERMINAÇÃO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do título de mestre em Zootecnia. Área de concentração: Nutrição Animal e Forragicultura.

Orientador: Prof. Dr. Pedro Henrique Watanabe

**FORTALEZA**

**2016**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Biblioteca de Ciências e Tecnologia

---

C223f

Cândido, Rayssa Santos.

Farinha de silagem de pescado em rações para suínos nas fases de crescimento e terminação. /  
Rayssa Santos Cândido. – 2016  
44 f.: il. color.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias  
Departamento de Zootecnia, Programa de Pós Graduação em Zootecnia, Fortaleza, 2016.  
Área de Concentração: Nutrição Animal e Forragicultura.  
Orientação: Prof. Dr. Pedro Henrique Watanabe.

1. Suíno - Criação. 2. Nutrição animal. 3. Zootecnia. I. Título.

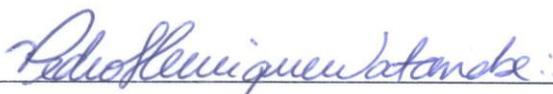
RAYSSA SANTOS CÂNDIDO

FARINHA DE SILAGEM DE PESCADO EM RAÇÕES PARA SUÍNOS NAS  
FASES DE CRESCIMENTO E TERMINAÇÃO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do título de mestre em Zootecnia. Área de concentração: Nutrição Animal e Forragicultura.

Aprovada em: 18 / 03 / 2016.

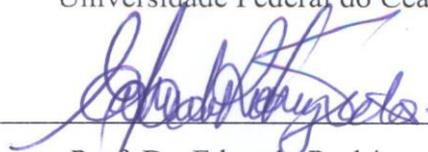
BANCA EXAMINADORA



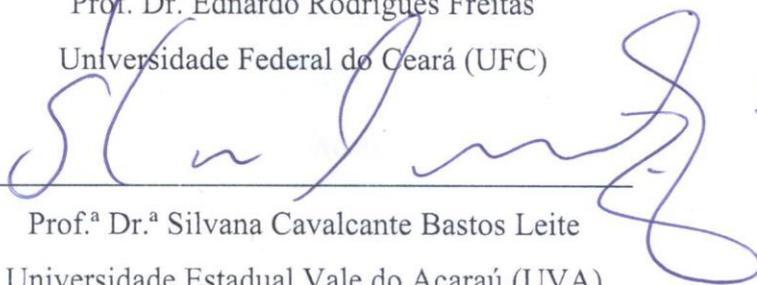
Prof. Dr. Pedro Henrique Watanabe  
Universidade Federal do Ceará (UFC)



Prof. Dr. Germano Augusto Jerônimo do Nascimento  
Universidade Federal do Ceará (UFC)



Prof. Dr. Ednardo Rodrigues Freitas  
Universidade Federal do Ceará (UFC)



Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Silvana Cavalcante Bastos Leite  
Universidade Estadual Vale do Acaraú (UVA)

Aos meus pais, João Bosco e Raicilene.

À minha avó e ao meu avô.

Às minhas irmãs, Rochelly e Raina.

Ao meu namorado, Diego Forte.

## AGRADECIMENTOS

A princípio, agradeço a Deus e Nossa Senhora pela força e coragem para enfrentar mais esta etapa da minha vida, com muita fé e oração.

Aos meus pais, João Bosco e Raicilene, por toda confiança depositada; pelo amor, pelo incentivo e pelo apoio, pois se hoje estou aqui, devo a vocês, que não mediram esforços ao investir na minha educação.

À minha avó Maria Aci, que tanto me apoiou no início do mestrado e que hoje torce pelo meu sucesso lá do céu; e ao meu avô Raimundo, que demonstra imenso orgulho.

Às minhas irmãs, Rochelly e Raina, por serem meu porto seguro, minhas melhores amigas e por estarem ao meu lado sempre, me segurando nas horas em que o coração aperta e vibrando quando tenho motivos para comemorar.

Ao meu namorado, Diego Forte, pela força, apoio e companheirismo durante todos esses anos, que não foram fáceis, mas muito gratificantes.

À Universidade Federal do Ceará e ao Programa de Pós Graduação em Zootecnia, pela oportunidade concedida a minha formação profissional.

À Capes, pelo apoio financeiro.

Ao orientador, Professor Dr. Pedro Henrique Watanabe, por toda paciência e disposição para auxiliar nos momentos em que precisei e pela excelente orientação.

Aos professores participantes da banca examinadora, Ednardo Rodrigues Freitas, Germano Augusto Jerônimo do Nascimento e Silvana Cavalcante Bastos Leite, pelas colaborações.

Ao Laboratório de Nutrição Animal, em especial à Roseane Souza, pelo auxílio nas análises e pelo companheirismo.

A Julio Ximenes e André Siqueira, da empresa PISCIS, e a Alysson Lira, da empresa Biotrends, pela disponibilidade do ingrediente e por toda atenção durante o período experimental.

Ao Dr. Hilton César Rodrigues Magalhães, pela concessão do laboratório de análises físico-químicas de alimentos da Embrapa Agroindústria Tropical.

À Professora Dra. Ana Sancha Malveira Batista e suas orientandas na Universidade Federal Vale do Acaraú, pela ajuda nas análises sensoriais.

Aos colegas de pós-graduação, Paula Joyce Delmiro, Marcio Gleice, Mayara Araújo, Ronaldo Santos, Daiane Rodrigues, Ana Carolina Sampaio, Germana Aguiar e Lina Araújo, por todo apoio e amizade.

Às amigas de graduação que se fazem presentes na minha vida até hoje, nos bons e maus momentos: Margarita Augusto, Jordânia Ferreira, Ellen da Costa, Nathalia Martins, Tatianne Azevedo e Camilla Holanda.

Às antigas amigas que estiveram sempre ao meu lado e comemoram comigo cada vitória: Joana Matos, Marcielly Freitas, Érica Araújo e Lais Teixeira.

À minha equipe de trabalho, Bárbara Brasileiro, Virgínia Lima, Guilherme Kubota, Leandro Leonardo, Camila de Aguiar, Lucas Freitas, Juliana Mendes, Rennan Pinheiro, Andreza Vasconcelos e Dinna Freitas, pela ajuda na execução dos experimentos e pelas palavras de apoio nos momentos que precisei.

Ao funcionário Marcos, do setor de Suinocultura, pela ajuda e contribuição nos experimentos.

A todos que participaram, direta ou indiretamente, da construção e êxito deste trabalho.

## FARINHA DE SILAGEM DE PESCADO EM RAÇÕES PARA SUÍNOS NAS FASES DE CRESCIMENTO E TERMINAÇÃO

### RESUMO

Foram realizados dois ensaios. O primeiro, para determinar a digestibilidade dos nutrientes e a energia metabolizável da silagem de pescado para suínos em crescimento; e o segundo, para avaliar a adição da farinha de silagem de pescado, obtida a partir da mistura de 50% de milho e 50% da silagem de pescado, em rações para suínos nas fases de crescimento e terminação, quanto ao desempenho, características de carcaça, qualidade da carne, análise sensorial da carne *in natura* e da mortadela e avaliação econômica. No ensaio de digestibilidade, foram utilizados 16 suínos machos castrados com peso médio inicial próximo de  $33,20 \pm 4,93$  kg, sendo utilizado o método de coleta total de fezes e urina. A silagem de pescado apresentou 36,50% de proteína bruta, 14,45% de matéria mineral, 39,78% de extrato etéreo e valor energético de 4.032,09 kcal de EM/kg. No ensaio de desempenho, foram utilizados 32 suínos machos castrados, com peso inicial médio de  $26,00 \pm 1,68$  kg, distribuídos entre quatro tratamentos, considerando os níveis de inclusão de 0, 25, 50 e 75% de farinha de silagem de pescado nas rações. No período total, observou-se efeito quadrático sobre o ganho diário de peso com as crescentes adições de farinha de silagem de pescado às dietas, apresentando o melhor resultado no nível estimado de 25,83%. Com os níveis crescentes de farinha de silagem de pescado, houve redução da espessura média de toucinho, profundidade de gordura, área de gordura e profundidade do lombo, porém o rendimento de carcaça e a quantidade de carne magra na carcaça não foram reduzidos. Não houve efeitos sobre as características qualitativas da carne. Em relação à mortadela, a inclusão da farinha de silagem de pescado a partir de 25% na ração resultou nos melhores atributos de cor e entre 25% e 50% para sabor e aceitação global. A farinha de silagem de pescado pode ser incluída em rações para suínos nas fases de crescimento e terminação até o nível de 25% de inclusão, resultando na inclusão de até 5,87% de silagem de pescado com base na matéria seca.

**Palavras-chave:** Alimento alternativo. Resíduo da aquicultura. *Saratherodon niloticus*. Silagem biológica. Suinocultura. *Sus domesticus*.

# FISH SILAGE FLOUR IN DIETS FOR PIGS AT GROWING AND FINISHING PHASES

## ABSTRACT

Two assays were conducted, the first one to determine the nutrient digestibility and metabolizable energy of fish silage with microbiological inoculum for growing pigs, and the second one to evaluate the addition of fish silage flour, which was obtained from the mixture of 50% of corn and 50% of fish silage in diets for pigs at growing and finishing phases, regarding on performance, carcass characteristics, meat quality, sensorial evaluation of natural meat as well as mortadella and economic evaluation. In the digestibility assay, it was used 16 barrows with an initial average weight of  $33.20 \pm 4.93$  kg, using the method of total collection of feces and urine. The fish silage presented 36.50% of crude protein, 14.45% of mineral matter, 39.78% of ether extract, and 4,032.09 kcal GE/kg. In the performance assay, 32 barrows with an initial average weight of  $26.00 \pm 1.68$  kg were distributed among four treatments, considering the inclusion levels of 0, 25, 50 and 75% of fish silage flour with microbiological inoculum in the feed. For the whole period, there was a quadratic effect about the daily weight gain with increasing additions of fish silage flour to the diets, presenting the best results with the estimated level at 25.83%. With the increasing levels of fish silage flour there was a decrease on the average thickness of back fat, fat depth and loin depth, but carcass yield and the amount of lean meat were not affected. There was no effect on the quality characteristics of meat. Regarding the mortadella, the inclusion of fish silage flour from 25% in the feed resulted in better color attributes and between 25 and 50% for flavor and overall acceptability. The fish silage flour may be included in diets for pigs at growing and finishing phases up to 25% of inclusion, resulting in inclusion of up to 5.87% of fish silage on dry matter basis.

**Keywords:** Alternative feedstuff. Aquiculture residue. Biological silage. Pig breeding. *Saratherodon niloticus*. *Sus domesticus*.

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Composição bromatológica da silagem de pescado de tilápia ( <i>Sarotherodon niloticus</i> ) para diferentes autores .....	18
Tabela 2 - Composição percentual, química e energética da ração referência do ensaio de metabolizabilidade da silagem de pescado .....	23
Tabela 3 - Composição percentual, química e energética das rações experimentais para desempenho de suínos no período I (70 a 97 dias).....	25
Tabela 4 - Composição percentual, química e energética das rações experimentais para desempenho de suínos no período II (70 a 122 dias) .....	26
Tabela 5 - Composição percentual, química e energética das rações experimentais para desempenho de suínos no período III (70 a 157 dias). .....	27
Tabela 6 - Ingredientes utilizados na elaboração da mortadela.....	29
Tabela 7 - Composição química, coeficientes de digestibilidade e metabolizabilidade, nutrientes digestíveis e energia metabolizável da silagem de pescado .....	30
Tabela 8 - Desempenho de suínos nas fases de crescimento e terminação, em função dos diferentes níveis de farinha de silagem de pescado .....	32
Tabela 9 - Características de carcaça de suínos alimentados com diferentes níveis de farinha de silagem de pescado nas dietas.....	34
Tabela 10 - Qualidade da carne de suínos em crescimento e terminação alimentados com diferentes níveis de farinha de silagem nas dietas .....	35
Tabela 11 - Atributos da análise sensorial da carne de suínos alimentados com diferentes níveis de farinha de silagem nas dietas.....	36
Tabela 12 - Atributos da análise sensorial da mortadela produzida a partir da carne de suínos alimentados com diferentes níveis de farinha de silagem nas dietas.....	37
Tabela 13 – Avaliação econômica para rações de suínos em crescimento e terminação em função dos tratamentos .....	39

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	13
2	REVISÃO DE LITERATURA .....	14
2.1	Alimentação e nutrição de suínos nas fases de crescimento e terminação.....	14
2.2	Alimentos alternativos.....	16
2.3	A silagem de pescado .....	17
2.6	Farinha de silagem de pescado .....	20
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	21
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	30
5	CONCLUSÃO.....	39
	REFERÊNCIAS.....	40
	ANEXO A – MODELO DE FICHA UTILIZADA PARA AVALIAÇÃO DOS ATRIBUTOS AROMA, SABOR, COR, DUREZA, SUCULÊNCIA E ACEITAÇÃO GLOBAL DA CARNE SUÍNA.....	45
	ANEXO 2 - MODELO DE FICHA UTILIZADA PARA AVALIAÇÃO DOS ATRIBUTOS AROMA, COR, SABOR, TEXTURA E A E ACEITAÇÃO GLOBAL DA MORTADELA. ....	46

## 1 INTRODUÇÃO

Na suinocultura, observa-se que os preços do milho e do farelo de soja, principais insumos da alimentação dos suínos, apresentam oscilações, o que muitas vezes inviabiliza o crescimento da atividade. Nesse sentido, a busca por alimentos alternativos é uma constante, embora apresente entraves relacionados à disponibilidade regional, presença de nutrientes e fatores que dificultam a aplicação destes diretamente nas rações. O número de pesquisas científicas que visam avaliar nutricionalmente os alimentos alternativos para suínos tem aumentado nos últimos anos, na busca por substitutos ao milho e ao farelo de soja, mesmo que de forma parcial, sem que haja comprometimento do desempenho animal.

Assim, os alimentos alternativos compreendem, em sua maioria, resíduos e subprodutos das indústrias de processamento e beneficiamento de produtos voltados à alimentação humana, como ocorre na piscicultura, pois devido à heterogeneidade de crescimento dos peixes durante a produção, pode ocorrer o descarte desses animais durante as classificações e despescas, quando estes não atingem o tamanho comercial, sendo possível a sua utilização como resíduo da produção (VIDOTTI e GONÇALVES, 2006). Nesse sentido, como muitas vezes esses resíduos têm um destino inadequado, a utilização destes pode reduzir o impacto ambiental gerado pela atividade (GERON *et al.*, 2006).

Segundo Machado (2010), considera-se, como resíduo de pescado, desde as vísceras e carcaças obtidas após filetagem como também os peixes oriundos da despesca inadequados para a comercialização. Uma das possíveis formas de utilização do resíduo consiste no processo de ensilagem, no qual o resíduo sofre um processo de fermentação controlada, tornando-o apto a um maior tempo de conservação para uso na alimentação animal. Além disso, apresenta algumas vantagens em relação às farinhas de pescado, pois aproveita resíduos do processamento do pescado e espécies subutilizadas, tem simples tecnologia de produção, é microbiologicamente estável e de fácil armazenamento, possuindo ainda o mérito de constituir um componente alimentar de alto valor biológico (MACHADO, 2010).

Dentre as principais formas de ensilagem do pescado, destaca-se a inoculação microbiológica, a partir de cepas de bactérias que favorecem o processo de acidificação por meio da produção ácido láctico. Segundo Oliveira *et al.* (2013), no processo de ensilagem ocorre uma degradação do material proteico original, resultando em um ingrediente de elevado teor proteico e alto valor biológico em função do teor aminoacídico. No entanto, de

acordo com Arruda e Oetterer (2005), um dos entraves para o uso da silagem de pescado na alimentação animal, independente da forma de processamento, está no elevado teor de umidade, o que dificulta o armazenamento e a utilização deste ingrediente *in natura*. Assim, uma das formas de potencializar a utilização deste na alimentação de aves e suínos consiste na adição de um ingrediente com elevado teor de matéria seca e posterior desidratação, sendo preferencialmente a natural. Como resultado, obtém-se a farinha de silagem de pescado, com teor de matéria seca elevada e maior facilidade no armazenamento e formulação de dietas para suínos.

Além do crescimento da piscicultura e a representatividade da tilápia (*Sarotherodon niloticus*) como o segundo peixe mais cultivado no mundo (FAO, 2012), bem como a espécie mais cultivada no Brasil (IBGE, 2013), observa-se que há um grande contingente de resíduos gerados pela atividade e um grande potencial na utilização destes na alimentação animal. Dessa forma, é grande o interesse no estudo de possíveis alternativas que viabilizem a utilização de ingredientes alternativos como a silagem de pescado.

No entanto, a utilização de ingredientes de origem animal, além da preocupação em relação ao aspecto sanitário, também pode implicar em alteração sensorial da carne. Nesse sentido, os peixes podem adquirir sabores e odores indesejáveis por meio da absorção de substâncias presentes na água ou nos alimentos ingeridos, que podem interferir indiretamente no *off flavor* de carne e ovos de animais alimentados com ingredientes oriundos de resíduos e partes de pescado.

Diante do exposto, foram realizados dois ensaios, sendo o primeiro, para determinar a digestibilidade dos nutrientes e a energia metabolizável da silagem de pescado para suínos em crescimento; e o segundo, para avaliar a adição da farinha de silagem de pescado em rações para suínos nas fases de crescimento e terminação, quanto ao desempenho, características de carcaça, qualidade da carne, análise sensorial da carne e de aceitação da carne processada, bem como avaliação econômica.

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 Alimentação e nutrição de suínos nas fases de crescimento e terminação**

No Brasil, a produção de suínos apresentou um aumento de 1,44%, passando de 3,47 mil toneladas de carne produzida em 2014 para 3,52 mil toneladas de carne no ano de

2015, com um consequente aumento no consumo de 14,67 kg/per capita no ano de 2015 (ABPA, 2015).

Nesse sentido, o Brasil acompanha o ritmo de produção de carne suína como China, União Europeia e Estados Unidos (USDA, 2014), enfatizando, assim, a nutrição e a alimentação desses animais nas diversas fases de produção como um dos fatores de maior importância para o crescimento econômico da atividade.

Nesse sentido, a nutrição dos suínos a partir do nascimento deve atender à demanda de nutrientes e energia para a deposição tecidual, tendo em vista o maior acúmulo de músculo e menor de tecido adiposo. Assim, considerando as fases de crescimento e terminação, observa-se que o desenvolvimento tecidual dos animais nas referidas fases é antagônico, havendo maior crescimento muscular na primeira fase e, em compensação, uma maior deposição de tecido adiposo na fase seguinte. Durante a fase de crescimento, os suínos têm capacidade de consumo de energia menor em relação à quantidade necessária para expressar o máximo potencial de deposição muscular. Por isso, nessa fase existe relação linear entre o consumo de energia e a deposição proteica, ou seja, os animais se encontram no momento de maior velocidade de deposição de tecido magro em comparação à fase de terminação, então níveis elevados de lisina e outros aminoácidos são necessários para promover o máximo ganho de peso na referida fase. Além disso, mais de 55% da deposição muscular ocorre no crescimento do tecido magro e está estritamente associada a esse crescimento, à eficiência alimentar e à qualidade de carcaça (NRC, 2012).

Por outro lado, na fase de terminação, os suínos tendem a alterar o consumo de ração, procurando ajustá-lo aos níveis de energia da dieta (REZENDE, 2006), o que pode resultar em maior deposição de tecido adiposo, sendo desfavorável ao produtor, em função de prejuízo na conversão alimentar dos animais. Segundo Mascarenhas *et al.* (2002), os suínos se alimentam a fim de atender prioritariamente sua necessidade energética e, assim, a qualidade e a quantidade da energia consumida irão influenciar a deposição de gordura e proteína na carcaça dos animais de diferentes pesos. Nesse sentido, com o aumento da idade dos animais, observa-se uma pior conversão alimentar dos animais em virtude da maior deposição de tecido adiposo em detrimento da deposição muscular.

Dessa forma, existem duas fases distintas no que se refere ao potencial de deposição muscular para suínos em crescimento e terminação (QUINIOU *et al.*, 1995), sendo linear e positiva entre 40 kg e 75 kg de peso corporal, que corresponde à fase de crescimento, formando um *plateau* a partir dos 60 kg até os 130 kg de peso vivo, o que demonstra a importância do atendimento quanto à exigência aminoacídica dos animais nessas fases.

Nesse sentido, dentre os alimentos convencionais utilizados em rações para suínos em crescimento e terminação, os concentrados proteicos, como o farelo de soja, representam aproximadamente 30% do custo da dieta, o que muitas vezes inviabiliza o crescimento econômico e produtivo da atividade suinícola, justificando assim a busca por alimentos alternativos que possam substituir parcial ou totalmente este ingrediente em rações para suínos.

## 2.2 Alimentos alternativos

Na suinocultura brasileira, a alimentação corresponde cerca de 70% do custo total de produção de uma granja de suínos de ciclo completo (SILVEIRA e TALAMINI, 2007), o que influencia a busca por alimentos que melhorem os índices produtivos e econômicos nos sistemas de exploração pecuários, sem comprometer o desempenho animal. Considerando o contingente de animais em uma granja, as fases de crescimento e terminação representam 60% do número total de animais, e dessa forma a alimentação dos animais nessas duas fases corresponde a mais de 40% do custo total de produção.

Nesse sentido, na avaliação da oportunidade de uso de um ingrediente alternativo para suínos nas fases de crescimento e terminação, deve-se observar a disponibilidade comercial, a quantidade de nutrientes e energia, a digestibilidade dos nutrientes, as características físicas do alimento e o nível ideal de inclusão deste ingrediente (BELLAYER e LUDKE, 2004). Dessa forma, os alimentos alternativos compreendem, em sua maioria, resíduos e subprodutos das indústrias de processamento e beneficiamento de produtos voltados à alimentação humana, que apresentam elevado impacto ambiental quando descartados incorretamente (BORGHESI, 2004). Assim, além da importância da utilização de alimentos alternativos como potenciais substitutivos para os principais macroingredientes utilizados nas rações, a aplicação destes alimentos na alimentação animal também possibilita redução do potencial poluidor desses resíduos.

Há uma grande preocupação com a rentabilidade do setor, pois segundo Geron *et al.* (2006) diversos subprodutos agroindustriais precisam ser estudados visando ao emprego em larga escala e à redução do seu efeito poluente. Em relação aos resíduos provenientes da agroindústria animal, além dos subprodutos oriundos de abatedouros, e considerando o potencial aquícola do Brasil, observa-se a possibilidade de uso dos resíduos provenientes da piscicultura. Dentre esses, destacam-se os resíduos da filetagem de tilápia, bem como os

peixes descartados durante a despesca que não atingem o tamanho comercial, como potenciais ingredientes na formulação de dietas para suínos em crescimento e terminação.

### 2.3 A silagem de pescado

Considera-se, como resíduo de pescado, desde as vísceras e carcaças obtidas após filetagem, que representam de 12 a 14% do total produzido (LIMA, 2008), como também os peixes oriundos da despesca inadequados para a comercialização. Dentre as principais espécies utilizadas na piscicultura, destaca-se a tilápia (*Sarotherodon niloticus*), sendo a segunda espécie de peixe mais cultivada no mundo (FAO, 2012), e a de maior produção no Brasil, correspondendo a 43,1% da produção de peixes no país. O município de Jaguaribara, no Ceará, é o maior produtor brasileiro, com 8,6% da produção nacional da espécie (IBGE, 2013).

O principal produto obtido a partir da tilápia é o filé (CUNHA, 2013), sendo que, 64% da matéria-prima é perdida durante o processamento, gerando grandes quantidades de resíduos com potencial para uso na alimentação animal (PONCE *et al.*, 2002). Uma das possíveis formas de utilização deste resíduo está no processo de ensilagem, podendo ser produzida a partir do peixe inteiro ou com material residual (BEERLI, 2004). Definida como o produto final de um processo de fermentação controlada, que torna este resíduo apto a um maior tempo de conservação, apresenta diferentes métodos aplicados na sua produção, podendo ser por meio do uso de altas concentrações de sal, de ácidos orgânicos ou inorgânicos, de enzimas, de bactérias ou de leveduras.

De acordo com o tipo de processamento, a silagem de pescado pode ser classificada como silagem química, enzimática e inoculada microbiologicamente. A silagem química é resultante da ação de ácidos adicionados à biomassa, como ácidos fórmico, sulfúrico, clorídrico, propiônico, acético e fosfórico, que separam a proteína, liquefazem-na, enquanto previnem a ação dos microrganismos (OLIVEIRA *et al.*, 2005). Já na silagem enzimática, os resíduos ficam conservados por meio da ação de enzimas proteolíticas presentes nos peixes e/ou adicionadas. A silagem com inóculo microbiológico é resultante da adição de microrganismos favoráveis à fermentação, dessa forma apresentando a vantagem de ser produzido em menor tempo (MACHADO, 2010).

A composição bromatológica média da silagem de pescado é variada (Tabela 1), visto que esta depende da espécie de peixe utilizada e de suas respectivas partes, além do tipo de processamento utilizado (SILVA e LANDELL FILHO, 2003).

**Tabela 1** - Composição bromatológica da silagem de pescado de tilápia (*Sarotherodon niloticus*) para diferentes autores

Autores	Método de obtenção	PB(%)	EE(%)	MM(%)	EB(kcal/kg)
Vidotti (2001)	Inoculação microbiológica	44,90	30,20	12,40	-
Geron <i>et al.</i> (2006)	Inoculação microbiológica	42,90	34,60	16,30	-
Oliveira <i>et al.</i> (2006)	Adição de ácidos	48,30	19,25	29,38	3.911
Fernandes <i>et al.</i> (2007)	Adição de ácidos	30,63	47,89	14,12	6150,8

Além disso, em comparação à farinha de peixe, a silagem de pescado apresenta a vantagem de aproveitar resíduos do processamento do pescado e espécies subutilizadas, sendo, ainda, de simples tecnologia de produção, microbiologicamente estável e de fácil armazenamento, e de acordo com sua composição nutricional, constitui-se em uma fonte proteica de elevado valor biológico (MACHADO, 2010). Devido às desvantagens apresentadas na produção e qualidade da farinha de pescado, há o interesse em pesquisar alternativas economicamente mais vantajosas, entre as quais se destaca a produção de silagem de pescado (PESSATTI, 2001; ARRUDA *et al.*, 2007).

#### 2.4 A ensilagem de pescado com inóculo microbiológico

A preservação dos resíduos de pescado através da fermentação com inóculo microbiológico depende da formação de ácido láctico. Para que tenha êxito, é necessário favorecer o predomínio de bactérias homofermentativas, principalmente lactobacilos. Estas bactérias não se encontram em grande número no pescado ou no meio aquático, por isso a melhor forma de favorecer o processo ocorrerá por meio da adição de um inóculo iniciador de lactobacilos, como *Lactobacillus plantarum*, *Pediococcus*, *Streptococcus lactis*, *Saccharomyces platensis* e outros microrganismos. Como consequência, há a queda do pH do material, resultando na inibição do desenvolvimento de bactérias indesejáveis, como *Staphylococcus*, *Escherichia*, *Serratia*, *Enterobacter*, *Citrosactu*, *Achromobacter* e *Pseudomonas* (OETTERER, 1994).

A silagem de pescado com inóculo microbiológico é o produto da autólise ácida da proteína do pescado, em forma pastosa, que pode constituir fonte de proteína na formulação de rações para os animais domésticos (JOHNSEN e SKREDE, 1981). O material autolisado caracteriza-se por uma degradação do material proteico original do produto da pesca, a estado de peptídios, oligopeptídios e aminoácidos, em maior ou menor grau,

dependendo do inóculo empregado na sua elaboração, degradação esta que resulta num aumento no nível dos componentes nitrogenados não proteicos, tais como aminoácidos livres, amônia, mono e dimetilaminas (OLIVEIRA *et al.*, 2013).

Para que a fermentação microbiana a partir do inóculo microbiológico ocorra de forma adequada, também deve ser adicionada uma fonte de carboidratos à biomassa, pois os pescados possuem pequena quantidade de carboidratos como fonte de energia (OETTERER, 1994). A partir disso, o inóculo microbiológico converte os açúcares presentes em ácidos, causando redução do pH, devido à produção de ácido láctico pela glicólise anaeróbica durante o *rigor mortis*, que acaba por causar o rompimento das paredes do lisossoma, liberando as enzimas contidas, iniciando-se a hidrólise de proteínas à aminoácidos e peptídios (OLIVEIRA *et al.*, 2013).

Dentre os substratos mais utilizados, destacam-se o melaço de cana-de-açúcar, açúcar comercial, substratos hidrocarbonados, além de hortaliças e frutas, como, por exemplo, repolho, papaia, abacaxi, banana verde, entre outros. Os açúcares como glicose, sacarose e lactose geralmente são os mais utilizados nessa etapa inicial por promoverem rápida diminuição de pH ao serem fermentados por bactérias lácticas (MACHADO, 2010). Com isso, a qualidade do produto final de um ensilado fermentado está relacionada naturalmente com a capacidade dos microrganismos em promover a estabilidade do produto, bem como com a quantidade e o tempo de estocagem do pescado (VIDOTTI e GONÇALVES, 2006).

## **2.5 A silagem de pescado na alimentação de suínos**

São encontrados alguns estudos que avaliam a silagem de pescado na alimentação de suínos. Tibbetts *et al.* (1981), ao estudar a inclusão de 3, 6 e 9% de silagem de peixe, com base na matéria seca, na dieta de suínos em terminação, em substituição ao farelo de soja e milho, não constataram diferenças no ganho de peso diário, observando porém que os níveis de 6 e 9% de silagem de peixe resultaram em melhora na conversão alimentar dos animais.

Em contrapartida, Green *et al.* (1988) não encontraram diferenças significativas no ganho de peso de suínos em crescimento, ao testarem diferentes níveis de silagem de peixe (0, 5, 10 e 15% de inclusão com base na matéria seca). Já Ottati *et al.* (1990), avaliando a inclusão de 2,5 e 5,0% de silagem de pescado em rações para suínos em crescimento, observaram aumento no consumo diário de ração com a adição de 5,0% do ingrediente, com base na matéria seca.

Quanto ao valor energético e nutricional da silagem de pescado, embora sejam variáveis em função da matéria-prima, não foram encontrados trabalhos avaliando a digestibilidade dos nutrientes e a energia metabolizável da silagem de pescado para suínos em crescimento e terminação.

Assim, estes resíduos, se utilizados de forma adequada, podem contribuir com a fração proteica da dieta de animais e conseqüentemente incentivar, no âmbito econômico, as indústrias que os produzem. No entanto, um dos entraves para o uso da silagem de pescado na alimentação animal, independente da forma de processamento, está no elevado teor de umidade, que segundo Arruda e Oetterer (2005) dificultam o transporte, o armazenamento e a utilização deste ingrediente *in natura*.

## **2.6 Farinha de silagem de pescado**

Para contornar o problema do elevado teor de umidade presente na silagem de pescado, uma das formas de utilização dos resíduos na alimentação de aves e suínos consiste na adição de um ingrediente com elevado teor de matéria seca e posterior desidratação, sendo preferencialmente a natural. Como resultado, obtém-se a farinha de silagem de pescado, com teor de matéria seca próxima a 90%, apresentando maior facilidade no armazenamento e na formulação de dietas para aves e suínos (OLIVEIRA *et al.*, 2013).

Nesse sentido, além de facilitar o processo de secagem, a adição de cereais e/ou coprodutos pode também contribuir com a qualidade nutricional da farinha de silagem de pescado, dependendo da digestibilidade e características físico-químicas do ingrediente utilizado (HOSSAIN *et al.*, 1997). Para a obtenção da farinha de silagem de pescado, pode-se utilizar concentrados proteicos como o farelo de soja (ENKE *et al.*, 2009), sendo interessante principalmente para a composição de dietas com elevado teor proteico. No entanto, o uso de concentrados energéticos, como o milho, apresenta-se mais vantajoso para a obtenção de farinha da silagem de pescado, visto que resultam em maior nível de inclusão, pois o farelo residual de milho produzido pelo processo de moagem a seco do grão de milho apresenta composição média de 50 a 55% de amido, 10% de proteínas e 1% de lipídios (MOTHÈ *et al.*, 2005), fácil disponibilidade e participa quantitativamente em maior proporção em dietas para suínos.

Vidotti (2001) estudou a adição de farelo de soja e quirera de arroz na silagem de pescado e concluiu que ambas são eficientes na estabilização da farinha de silagem. Benites e Souza (2010) também afirmaram que a adição de farelo de arroz otimizou a secagem da

farinha de pescado, não havendo restrições quanto ao tipo de peixe, além de observar também que a farinha de silagem pura ou a agregada ao farelo de arroz são produtos com grande potencial de utilização em rações, tornando-as mais nutritivas para animais. Ao avaliar diferentes ingredientes para a obtenção da farinha de silagem de pescado e o uso na alimentação de frangos de corte, Oliveira (2012) observou que o milho, a algaroba e a casca da mandioca podem ser viáveis.

Nesse sentido, Santana-Delgado *et al.* (2008) avaliaram a utilização de sorgo na obtenção da farinha de silagem de pescado e concluíram que esta pode ser incluída em 11% e 22% na dieta de frangos de corte sem prejudicar o desempenho. Já em estudo realizado por Enke *et al.* (2010), ao avaliarem a inclusão de farinha de silagem de pescado contendo farelo de arroz em rações para codornas de corte na fase de crescimento, observaram que os animais alimentados com as dietas contendo o ingrediente tiveram desempenho semelhante aos animais alimentados com a ração controle.

Cunha (2013), avaliando a farinha de silagem de peixe contendo farelo de algaroba como substrato para promover a desidratação, concluiu que este ingrediente pode ser utilizado em rações para frangos de corte de crescimento lento dos 46 aos 83 dias de idade até o nível de 17,5% de inclusão.

No entanto, embora o processo de desidratação da silagem de pescado a partir da inclusão de substrato possibilite o uso em rações para suínos, não foram encontrados estudos referentes ao uso da farinha de silagem de pescado como ingrediente alternativo em dietas para estes animais, evidenciando ainda o potencial para substituição parcial de ingredientes proteicos convencionais como o farelo de soja.

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

Os procedimentos experimentais seguiram os protocolos aprovados pelo Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA 79/2015) da Universidade Federal do Ceará.

Inicialmente, a silagem de pescado com inóculo microbiológico foi elaborada pela empresa Biotrends, em parceria com a empresa PISCIS, localizadas no Campus do Pici da Universidade Federal do Ceará e no Sítio Baixa do Arroz (Jaguaribara-CE), respectivamente. A partir dos peixes mortos durante a produção no sistema produtivo de tilápia do açude Castanhão em Jaguaribara, Ceará, realizou-se o processo de ensilagem em reator de aço inox com capacidade de 100 litros, acoplado a um sistema de trituração e agitação. Os peixes inteiros eram triturados e, durante o processo de trituração, era adicionado o milho como fonte

de carboidrato para os microrganismos responsáveis pelo processo fermentativo. Posteriormente, adicionava-se à massa o inóculo composto por um consórcio de cepas bacterianas de metabolismo anaeróbico fermentativo e produtoras de ácido láctico (*Lactobacillus* sp.). O processo de fermentação teve duração de sete dias, durante os quais era realizada a agitação da massa por um minuto a cada uma hora. O pH do ensilado inicialmente apresentava o valor em torno de 6,4, atingindo o valor de 4,5 ao final da fermentação. O produto, então, era armazenado em tambores plásticos, sob refrigeração (4 °C), por até 60 dias.

O experimento foi realizado no Setor de Suinocultura da Universidade Federal do Ceará (UFC), sendo dividido em dois ensaios. O primeiro, realizado em agosto de 2014, para avaliar a digestibilidade dos nutrientes e metabolizabilidade da silagem de pescado para suínos em crescimento; e o segundo, realizado entre os meses de julho e setembro de 2015, para avaliar a adição de farinha de silagem de pescado em rações para suínos nas fases de crescimento e terminação.

No ensaio de digestibilidade, foram utilizados 16 suínos machos castrados com peso médio inicial próximo de  $33,2 \pm 4,93$  kg. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com dois tratamentos e oito repetições, sendo a unidade experimental constituída por um animal.

Ao início do ensaio, os animais foram pesados e distribuídos entre os tratamentos experimentais, constituídos por duas dietas: ração referência, à base de milho e farelo de soja, atendendo as exigências nutricionais mínimas para suínos machos castrados, de acordo com Rostagno *et al.* (2011) e ração teste, composta por 50% da ração referência (Tabela 2) e 50% de silagem de pescado, com base na matéria natural.

O método utilizado foi o de coleta total de fezes e urina, no qual os animais foram alojados em gaiolas de estudos metabólicos, durante 12 dias, sendo os sete primeiros para adaptação às gaiolas e às rações experimentais, além de determinação do consumo individual de ração, e os cinco últimos dias para coleta de fezes e urina. O consumo diário no período de coleta foi estabelecido de acordo com o peso metabólico (peso vivo<sup>0,75</sup>).

O arraçãoamento foi realizado duas vezes ao dia (08h00 e 17h00), sendo a ração referência fornecida na forma úmida, na proporção de 1:1 (ração: água). Não houve adição de água à ração teste em virtude do teor de umidade da silagem de pescado. A água de bebida foi fornecida à vontade. O óxido férrico foi utilizado como marcador fecal, indicando o início e o final do período de coleta, sendo as fezes coletadas e pesadas duas vezes ao dia e posteriormente mantidas congeladas. Durante o período de coleta, a urina foi coletada e

filtrada diariamente, sendo mensurado o volume produzido, e uma alíquota de 20% mantida congelada.

**Tabela 2** - Composição percentual, química e energética da ração referência do ensaio de metabolizabilidade da silagem de pescado

<b>Ingredientes (%)</b>	<b>Quantidade (%)</b>
Milho grão	74,32
Farelo de soja	22,45
Óleo de soja	0,20
Farinha de silagem de peixe	0,00
Fosfato bicálcico	1,50
Calcário calcítico	0,50
L-Lisina	0,25
DL-Metionina	0,08
L-Treonina	0,03
L-Triptofano	0,00
Sup. min. e vit <sup>1</sup>	0,40
Sal	0,30
Inerte	0,00
<b>Total</b>	<b>100</b>
<b>Composição química e energética</b>	
Energia metabolizável (kcal/kg)	3230
Proteína bruta (%)	16,82
Cálcio (%)	2,48
Fósforo disponível (%)	0,31
Lisina total (%)	0,93
Metionina + cistina total (%)	0,55
Treonina total (%)	0,74
Triptofano total (%)	0,52
Sódio (%)	0,18

<sup>1</sup>Suplemento mineral e vitamínico – quantidade por kg do produto: 2.500.000 UI de vitamina A; 500.000 UI de vitamina D3; 50 mg de biotina; 50 mg de colina; 10000 mg de niacina; 3000 mg de pantotenato de cálcio; 7 mg de vitamina B12; 1800 mg de vitamina B2; 7500 mg de vitamina E; 1000 mg de vitamina K3; 40.000 mg de ferro; 35.000 mg de cobre; 20.000 mg de manganês; 40.000 mg de zinco; 360 mg de cobalto; 840 mg de iodo; 120 mg de selênio.

Nas amostras de fezes, ração e silagem, foram realizadas análises de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) e matéria mineral (MM) de acordo com a AOAC (2005). A determinação da energia bruta (EB) da silagem, rações, fezes e urina foram realizadas utilizando-se calorímetro do tipo C200 Ika. A partir dos valores determinados nas análises, foram calculados os coeficientes de digestibilidade dos nutrientes e a energia metabolizável da silagem de pescado, utilizando as fórmulas descritas por Matterson *et al.* (1965).

No ensaio de desempenho foram utilizados 32 suínos machos castrados, de linhagem comercial, com peso inicial médio de  $26,6 \pm 1,68$  kg, distribuídos em delineamento em blocos ao acaso, em função do peso inicial, com quatro tratamentos e oito repetições de um animal. Os tratamentos adotados foram: FSP0 - ração à base de milho e farelo de soja; FSP25 - ração à base de milho e farelo de soja, com inclusão de 25% de farinha de silagem de pescado; FSP50 - ração à base de milho e farelo de soja, com inclusão de 50% de farinha de silagem de pescado; FSP75 - ração à base de milho e farelo de soja, com inclusão de 75% de farinha de silagem de pescado. A constituição da farinha de silagem de pescado era de uma mistura de 50% de milho e 50% de silagem de pescado, com base na matéria natural. Após a mistura, a farinha da silagem de pescado foi submetida ao processo de secagem ao sol por três dias. A partir disso, as rações experimentais dos níveis 0, 25, 50 e 75% de silagem passaram a ter 0, 5,87, 11,3 e 17,60% do ingrediente, respectivamente, com base na matéria seca, já que a silagem apresentou 30,69% de matéria seca na sua composição.

As rações experimentais (Tabelas 3, 4 e 5) foram formuladas de acordo com as exigências nutricionais para suínos machos castrados com alto potencial genético de desempenho superior (ROSTAGNO *et al.*, 2011) para as fases de crescimento I (30 a 50 kg), crescimento II (50 a 70 kg) e terminação (70 a 100 kg), fornecidas, respectivamente, para os períodos I (70 a 97 dias), II (70 a 122 dias) e III (70 a 157 dias). Para a formulação foram utilizados os valores de composição dos alimentos propostos por Rostagno *et al.* (2011). Foram considerados os valores da composição nutricional e o valor de energia metabolizável obtidos anteriormente no ensaio de digestibilidade. Os valores da composição aminoacídica da silagem de pescado foram determinados por *high performance liquid chromatography* (HPLC), sendo 0,805% de lisina, 0,602% de metionina, 0,803% treonina, 0,123% de triptofano, com base na matéria seca.

Ao final do experimento, os animais foram pesados e submetidos a jejum sólido por 12 horas e transportados para o abatedouro. Após o período de descanso de três horas, os animais foram abatidos e as carcaças, serradas longitudinalmente ao meio e pesadas, obtendo-se o peso da carcaça quente e o rendimento da carcaça em função da relação entre o peso da carcaça quente e o peso ao abate, multiplicado por 100. As carcaças foram mantidas em câmara fria (4 °C) por 24 horas para posterior análise quanto ao comprimento de carcaça, espessura média de toucinho, área de olho de lombo, área de gordura, relação gordura:carne, de acordo com o Método Brasileiro de Classificação de Carcaças (ABCS, 1973).

**Tabela 3** - Composição percentual, química e energética das rações experimentais para desempenho de suínos no período I (70 a 97 dias)

Ingredientes (%)	Níveis			
	0%	25%	50%	75%
Milho grão	70,19	48,02	24,39	0,69
Farelo de soja	26,32	23,79	21,66	19,40
Óleo de soja	0,57	0,06	0,00	0,00
Farinha de silagem de peixe	0,00	25,00	50,00	75,00
Fosfato bicálcico	1,12	1,24	1,36	1,49
Calcário calcítico	0,65	0,61	0,56	0,52
L-Lisina	0,21	0,27	0,32	0,38
DL-Metionina	0,03	0,04	0,06	0,08
L-Treonina	0,04	0,05	0,07	0,09
L-Triptofano	0,00	0,00	0,00	0,01
Sup. min. e vit <sup>1</sup>	0,50	0,50	0,50	0,50
Sal	0,35	0,37	0,39	0,41
Inerte	0,00	0,00	0,62	1,37
<b>Total</b>	100	100	100	100
<b>Custo (R\$/kg)</b>	0,99	0,98	0,97	0,97
Composição química e energética				
Energia metabolizável (kcal/kg)	3230	3230	3230	3230
Proteína bruta (%)	18,25	18,25	18,30	18,30
Cálcio (%)	0,63	0,63	0,63	0,63
Fósforo disponível (%)	0,31	0,31	0,31	0,31
Lisina total (%)	1,07	1,07	1,07	1,07
Metionina + Cistina total (%)	0,62	0,62	0,62	0,62
Treonina total (%)	0,74	0,74	0,74	0,74
Triptofano total (%)	0,74	0,74	0,74	0,74
Sódio (%)	0,18	0,18	0,18	0,18

<sup>1</sup>T1: dieta com 0% de inclusão farinha de silagem de peixe; T2: dieta com 25% de inclusão farinha de silagem de peixe; T3: dieta com 50% de inclusão farinha de silagem de peixe; T4: dieta com 75% de inclusão farinha de silagem de peixe. <sup>2</sup>Suplemento mineral e vitamínico – quantidade por kg do produto: 2.500.000 UI de vitamina A; 500.000 UI de vitamina D3; 50 mg de biotina; 50 mg de colina; 10000 mg de niacina; 3000 mg de pantotenato de cálcio; 7 mg de vitamina B12; 1800 mg de vitamina B2; 7500 mg de vitamina E; 1000 mg de vitamina K3; 40.000 mg de ferro; 35.000 mg de cobre; 20.000 mg de manganês; 40.000 mg de zinco; 360 mg de cobalto; 840 mg de iodo; 120 mg de selênio.

As profundidades de lombo e de gordura foram medidas no ponto P2, considerando a articulação da última vértebra torácica com a primeira vértebra lombar, perpendicular, a 5 cm, da linha dorsolombar. A partir da profundidade do lombo e da gordura, foram calculadas a quantidade de carne magra (QCM) pela fórmula proposta por Guidoni (2000) e a porcentagem de carne magra (%CM) de acordo com Bridi e Silva (2007), sendo  $QCM = 7,38 - (0,48*PG) + (0,059*PL) + (0,525*PCQ)$  e  $\%CM = 60 - (PG*0,58) + (PM*0,1)$ .

Onde:

QMC: Quantidade de carne magra;

%CM: Porcentagem de carne magra;

PG: Profundidade de gordura;

PL: Profundidade do lombo;

PCQ: Peso da carcaça quente.

O índice de bonificação (IB) foi calculado a partir da porcentagem de carne magra (%CM) e do peso da carcaça quente (PCQ), sendo expresso em porcentagem, de acordo com a equação  $IB = 23,6 + (0,286 * PCQ) + \%CM$ , proposto por Bridi e Silva (2007).

**Tabela 4** - Composição percentual, química e energética das rações experimentais para desempenho de suínos no período II (70 a 122 dias)

Ingredientes (%)	Níveis			
	0%	25%	50%	75%
Milho grão	74,20	51,10	27,31	3,98
Farelo de soja	22,90	20,67	18,51	16,20
Óleo de soja	0,24	0,00	0,00	0,00
Farinha de silagem de peixe	0,00	25,00	50,00	75,00
Fosfato bicálcico	0,90	1,02	1,15	01,44
Calcário calcítico	0,61	0,56	0,52	0,50
L-Lisina	0,24	0,29	0,35	0,41
DL-Metionina	0,02	0,04	0,06	0,07
L-Treonina	0,05	0,06	0,08	0,10
L-Triptofano	0,00	0,00	0,01	0,02
Sup. min. e vit <sup>1</sup>	0,50	0,50	0,50	0,50
Sal	0,33	0,35	0,37	0,42
Inerte	0,00	0,38	1,12	1,35
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
<b>Custo (R\$/kg)</b>	<b>0,95</b>	<b>0,94</b>	<b>0,94</b>	<b>0,95</b>
<b>Composição química e energética</b>				
Energia metabolizável (kcal/kg)	3230	3230	3230	3240
Proteína bruta (%)	17,07	17,11	17,15	17,15
Cálcio (%)	0,55	0,55	0,55	0,60
Fósforo disponível (%)	0,27	0,27	0,27	0,30
Lisina total (%)	1,01	1,01	1,01	1,01
Metionina + Cistina total (%)	0,59	0,59	0,59	0,57
Treonina total (%)	0,70	0,70	0,70	0,70
Triptofano total (%)	0,70	0,70	0,70	0,70
Sódio (%)	0,17	0,17	0,17	0,18

<sup>1</sup>T1: dieta com 0% de inclusão farinha de silagem de peixe; T2: dieta com 25% de inclusão farinha de silagem de peixe; T3: dieta com 50% de inclusão farinha de silagem de peixe; T4: dieta com 75% de inclusão farinha de silagem de peixe. <sup>2</sup>Suplemento mineral e vitamínico – quantidade por kg do produto: 2.500.000 UI de vitamina A; 500.000 UI de vitamina D3; 50 mg de biotina; 50 mg de colina; 10000 mg de niacina; 3000 mg de pantotenato de cálcio; 7 mg de vitamina B12; 1800 mg de vitamina B2; 7500 mg de vitamina E; 1000 mg de vitamina K3; 40.000 mg de ferro; 35.000 mg de cobre; 20.000 mg de manganês; 40.000 mg de zinco; 360 mg de cobalto; 840 mg de iodo; 120 mg de selênio.

As análises para determinação da qualidade da carne foram realizadas no Laboratório de análises físico-químicas de alimentos da Embrapa Agroindústria Tropical, no qual os lombos, sem a camada de gordura adjacente, foram embalados a vácuo e armazenados em freezer (-10 °C) para posterior determinação da qualidade da carne descongelada quanto a cor, pH, capacidade de retenção de água (CRA), perda por cocção (PC) e força de cisalhamento (FC).

**Tabela 5** - Composição percentual, química e energética das rações experimentais para desempenho de suínos no período III (70 a 157 dias).

Ingredientes (%)	Níveis			
	0%	25%	50%	75%
Milho grão	78,69	55,07	31,37	7,68
Farelo de soja	18,65	16,67	14,44	12,21
Óleo de soja	0,00	0,00	0,00	0,00
Farinha de silagem de peixe	0,00	25,00	50,00	75,00
Fosfato bicálcico	0,82	1,10	1,22	1,35
Calcário calcítico	0,59	0,48	0,44	0,39
L-Lisina	0,29	0,33	0,39	0,45
DL-Metionina	0,03	0,03	0,03	0,03
L-Treonina	0,07	0,09	0,11	0,13
L-Triptofano	0,00	0,01	0,02	0,03
Sup. min. e vit <sup>1</sup>	0,50	0,50	0,50	0,50
Sal	0,32	0,35	0,37	0,40
Inerte	0,05	0,33	1,06	1,79
<b>Total</b>	100	100	100	100
<b>Custo (R\$/kg)</b>	0,92	0,91	0,91	0,91
Composição química e energética				
Energia metabólica (kcal/kg)	3230	3240	3240	3240
Proteína bruta (%)	15,59	15,70	15,70	15,70
Cálcio (%)	0,51	0,53	0,53	0,53
Fósforo disponível (%)	0,25	0,28	0,28	0,28
Lisina total (%)	0,94	0,94	0,94	0,94
Metionina + Cistina total (%)	0,56	0,54	0,52	0,51
Treonina total (%)	0,67	0,67	0,67	0,67
Triptofano total (%)	0,67	0,67	0,67	0,67
Sódio (%)	0,16	0,17	0,17	0,17

<sup>1</sup>T1: dieta com 0% de inclusão farinha de silagem de peixe; T2: dieta com 25% de inclusão farinha de silagem de peixe; T3: dieta com 50% de inclusão farinha de silagem de peixe; T4: dieta com 75% de inclusão farinha de silagem de peixe. <sup>2</sup>Suplemento mineral e vitamínico – quantidade por kg do produto: 2.500.000 UI de vitamina A; 500.000 UI de vitamina D3; 50 mg de biotina; 50 mg de colina; 10000 mg de niacina; 3000 mg de pantotenato de cálcio; 7 mg de vitamina B12; 1800 mg de vitamina B2; 7500 mg de vitamina E; 1000 mg de vitamina K3; 40.000 mg de ferro; 35.000 mg de cobre; 20.000 mg de manganês; 40.000 mg de zinco; 360 mg de cobalto; 840 mg de iodo; 120 mg de selênio.

A cor foi determinada em amostras de carne com aproximadamente 12 cm<sup>2</sup> que ficaram expostas ao ar por 30 minutos, de acordo com a metodologia de Abularach *et al.*

(1998), sendo realizadas leituras em três pontos da carne dos parâmetros de L\* (indicação de luminosidade), a\* (indicação do teor de vermelho/verde) e b\* (indicação do teor de amarelo/azul) com o colorímetro Minolta previamente calibrado, operando no sistema CIE. O pH foi medido no músculo *Longissimus dorsi*, com a utilização de eletrodo de penetração. A capacidade de retenção de água foi medida através do método de Hamm (1960), adaptado por Wilhelm *et al.* (2010), em que de uma amostra de carne do lombo com 2,0g ( $\pm 0,10$ ) foi cortada em cubo, colocada entre dois papéis filtros e posteriormente colocada entre duas placas de acrílico. Por fim foi colocado um peso de 10 kg por cinco minutos em temperatura ambiente. Em seguida, as amostras foram pesadas e determinou-se a porcentagem de água exsudada por meio de diferença de pesos inicial e final.

Para a perda por cocção, foi utilizada a metodologia de Cason *et al.* (1997), em que as amostras foram pesadas, embaladas, identificadas, seladas e submetidas ao cozimento no banho-maria a 85 °C durante 30 minutos. Depois desse período, as amostras foram retiradas do banho-maria e resfriadas à temperatura ambiente, desembaladas e pesadas novamente, sendo a diferença entre o peso inicial e final correspondente à perda de água durante a cocção. A força de cisalhamento foi realizada através do equipamento CT3 Texture Analyzer-Brookfield, acoplado à sonda Warner-Bratzler e munido por uma lâmina com corte em “V” invertido. As amostras utilizadas para essa análise foram as mesmas usadas para a perda por cocção, sendo assim cortadas em tiras de 2,5 cm de largura, dispostas com as fibras orientadas no sentido perpendicular à lâmina e submetidas a uma força máxima (gf/cm<sup>2</sup>) necessária para efetuar seu corte (LYON *et al.*, 1998).

A análise sensorial da carne foi realizada na Universidade Estadual Vale do Acaraú, no mês de janeiro de 2016, sendo utilizadas amostras do músculo *Longissimus dorsi* cortadas em cubos de aproximadamente 2 cm<sup>3</sup>, grelhadas à temperatura de 170 °C, até atingirem a temperatura interna de 75 °C. Após estarem assadas, foram embaladas individualmente em papel alumínio, transferidas para béqueres codificados e mantidos em banho-maria à temperatura de 45-50 °C. Para realização da análise, ocorreram três sessões, em dias diferentes, e foram utilizados seis provadores previamente treinados. A intensidade de cada atributo foi avaliada em uma escala não estruturada de nove centímetros, ancorada nas extremidades com termos que expressam intensidade (Anexo 1), considerando os atributos de sabor, aroma, textura, cor e aceitação geral (somatório de todas as percepções sensoriais, expressando a opinião dos julgadores sobre a qualidade da carne), conforme descrito por Dutcosky (1996).

A mortadela foi elaborada utilizando amostras do músculo *Longissimus dorsi* e outros ingredientes (Tabela 6) moídos e misturados em um triturador do tipo Cutter da marca Metvisa com 0,3 cv de potência. Posteriormente foram colocadas e moldadas em sacos plásticos, resistentes a altas temperaturas, seladas e cozidas em banho-maria por 40 minutos a 100 °C. Para a análise sensorial da mortadela, foram cortadas em cubos de aproximadamente 2 cm<sup>3</sup> e aquecidas a uma temperatura de 170 °C por dois minutos. Posteriormente, foram embaladas individualmente em papel alumínio, transferidas para béqueres codificados e mantidos em banho-maria à temperatura de 45-50 °C.

**Tabela 6** - Ingredientes utilizados na elaboração da mortadela

<b>Ingrediente</b>	<b>Quantidade (%)</b>
Carne suína	75,00
Água	12,00
Toucinho	5,00
Fécula de mandioca	3,00
Proteína de soja	2,00
Sal	2,00
Condimento para mortadela	0,40
Sal para cura	0,20
Alho em pasta	0,40

Para a análise sensorial da mortadela, foi adotado o teste de preferência, determinando a preferência que o consumidor tem sobre um produto em relação a outro, em relação a sabor, aroma, textura, cor e avaliação global (Anexo 2), sendo utilizados 100 provadores não treinados, por um período de dois dias. Os nove pontos da escala consistiam em: 1 – desgostei extremamente; 2 – desgostei muito; 3 – desgostei relativamente; 4 – desgostei moderadamente; 5 – nem gostei/nem desgostei; 6 – gostei moderadamente; 7 – gostei relativamente; 8 – gostei muito e 9 – gostei extremamente (MINIM, 2010).

Foi realizada a avaliação econômica dos tratamentos, a qual foi mensurada em função do custo da dieta relacionado ao desempenho e características da carcaça. Os custos das rações em cada fase foram calculados como base nos preços do milho (R\$ 0,63/kg), farelo de soja (R\$ 1,63/kg), silagem de pescado (R\$ 0,70/kg), óleo de soja (R\$ 3,30/kg), fosfato bicálcico (R\$ 2,80/kg), calcário calcítico (R\$ 0,22/kg), sal comum (R\$ 0,20/kg), L-lisina HCl (R\$ 8,53/kg), DL – metionina (R\$ 14,21/kg), suplemento mineral e vitamínico (R\$ 9,66/kg), inerte (R\$ 0,05/kg), treonina (R\$ 14,07/kg) e triptofano (R\$ 17,02/kg) no estado do Ceará em agosto de 2015. Os cálculos do índice de eficiência econômica (IEE) e do índice de custo médio (IC) foram realizados segundo Barbosa *et al.* (1992), sendo  $IEE = Mce / CTei \times 100$  e

$IC = CTei / MCE \times 100$ , considerando MCE = menor custo médio observado, baseado na relação entre a quantidade de ração consumida e o quilograma de PC ganho nos programas de restrição; CTei = custo médio do programa de restrição i considerado.

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo programa estatístico SAS (2000) e as médias, submetidas à análise de regressão polinomial até o terceiro grau e comparadas com o tratamento referência por meio do teste Dunnet a 5% de probabilidade. Para os dados de desempenho, foram considerados os períodos I (70 a 97 dias), II (70 a 122 dias) e III (70 a 157 dias).

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os resultados (Tabela 7), a silagem de pescado pode ser considerada um alimento proteico (39,01% na MS), cuja fração apresenta elevada digestibilidade (93,58%), que está associada ao processo de ensilagem, sendo as proteínas hidrolisadas pelos microrganismos e, após essa bioconversão, o produto é uma fonte de proteínas autolisadas de elevado valor biológico (OETTERER DE ANDRADE, 1983). O teor de matéria mineral da silagem de pescado também apresentou valor elevado (14,45% na MS) e, devido a sua fração lipídica (29,78% de EE na MS), o valor energético também foi alto (5.143,00 kcal de EB/kg), além da elevada metabolizabilidade (4.032,09 kcal de EM/kg).

**Tabela 7** - Composição química, coeficientes de digestibilidade e metabolizabilidade, nutrientes digestíveis e energia metabolizável da silagem de pescado

Nutrientes e Energia <sup>1</sup>	Composição Química <sup>2</sup>	Coefficientes de Digestibilidade dos Nutrientes e Metabolizabilidade da Energia	Nutrientes Digestíveis e Energia Metabolizável
MS (%)	30,69	47,80	14,68
MM (%)	14,45	25,19	3,64
EE (%)	29,78	79,78	23,76
PB (%)	39,01	93,58	36,50
EB (kcal/kg)	5143,00	78,39	4032,09

<sup>1</sup>MS: Matéria seca; MM: Matéria mineral; EE: Extrato etéreo; PB: Proteína bruta; EB: Energia bruta; <sup>2</sup>Valores expressos na matéria seca.

O teor de proteína bruta da silagem de pescado encontrado no presente trabalho foi similar ao obtido por Vidotti *et al.* (2003), que apresentou o valor de 35,84% para silagem de resíduos da filetagem de tilápia e inferior ao obtido por Oliveira *et al.* (2006), que apresentou o valor de 48,30% de proteína bruta a partir da silagem de resíduo da filetagem de tilápia com ácido fórmico. O valor de extrato etéreo foi elevado em relação aos valores de 8,00, 18,40 e 5,31% observados por Espíndola Filho *et al.* (1998), Bermudez *et al.* (1999) e

Berenz (2004), respectivamente, o que pode ser influência do tipo de processamento e do tipo de matéria-prima utilizada, visto que, no presente trabalho, utilizaram-se tilápias inteiras, apresentando elevado teor de gordura em função das vísceras e do tecido adiposo localizado na região ventral. O valor encontrado para matéria mineral também foi considerado elevado, assim como os valores encontrados por Haard *et al.* (1995), que constataram que a silagem de peixe apresenta altos teores de minerais, e Borghesi (2004), que afirmou que esses teores elevados estão diretamente relacionados com a presença de grande quantidade de escamas, cabeça, coluna vertebral, ossos e nadadeiras. Apesar dos altos teores de cinzas, o coeficiente de digestibilidade dessa fração foi reduzido, em função da baixa disponibilidade dos minerais complexados na matriz óssea dos peixes.

Em relação à energia bruta, o valor também foi superior quando comparado ao valor de 4.334 kcal de EB/kg obtido por Borghesi (2004) e ao valor de 3.911 kcal de EB/kg obtido por Oliveira *et al.* (2006) para silagens elaboradas com descarte e resíduo do beneficiamento da tilápia-do-nilo, o que pode ser influência do maior teor de lipídios encontrado na silagem de pescado do presente trabalho. Nesse sentido, o valor de energia metabolizável (4.032,09 kcal de EM/kg) e de proteína bruta (39,01%), considerados elevados, evidencia a possibilidade de utilização deste em rações para suínos como substituto à soja integral extrusada, que atualmente é um concentrado proteico bastante utilizado nas dietas.

Dessa forma, considerando que a composição química da silagem de pescado será decorrente da matéria-prima originária, observa-se que a variação entre os valores obtidos (Tabela 7) e os encontrados na literatura (GERON *et al.*, 2006; OLIVEIRA *et al.*, 2006) é decorrente da espécie de peixe utilizada (*Sarotherodon niloticus*) e da obtenção do material ensilado a partir da utilização do peixe inteiro e não somente com o resíduo de filetagem.

Em relação ao desempenho, no período I (70 a 97 dias de idade), não foram observados efeitos significativos da adição de farinha de silagem de pescado sobre o consumo diário de ração e conversão alimentar (Tabela 8). No entanto, observou-se efeito quadrático para o ganho diário de peso ( $y = 1,1516 + 0,0025x - 0,00005x^2$ ), com melhor ganho de peso no nível estimado de 25,0%. Para o período II (70 a 122 dias de idade), houve efeito quadrático para ganho diário de peso dos animais ( $y = 1,0676 + 0,0018x - 0,00005x^2$ ), com maior valor para o nível estimado de 18% e efeito linear crescente ( $y = 2,0436 + 0,00357x$ ) para a conversão alimentar em função do aumento dos níveis de farinha de silagem de pescado. Já para o período III (70 a 157 dias de idade), observou-se efeito quadrático sobre o consumo diário de ração ( $y = 2,3283 + 0,0133x - 0,00022x^2$ ), ganho diário de peso ( $y = 1,0481 + 0,0031x - 0,00006x^2$ ) e conversão alimentar ( $y = 2,0671 + 0,0083x - 0,00008x^2$ ), em

função dos níveis crescentes de farinha de silagem de pescado nas dietas, tendo os melhores resultados nos níveis estimados de 30,23, 25,83 e 51,87%, respectivamente.

**Tabela 8** - Desempenho de suínos nas fases de crescimento e terminação, em função dos diferentes níveis de farinha de silagem de pescado

Variáveis	Níveis de farinha de silagem de pescado (%)				CV <sup>4</sup> (%)	Regressão		
	0	25	50	75		Efeito	Valor de P	R <sup>2</sup>
<b>70 a 97 dias de idade</b>								
CDR <sup>1</sup> (kg)	2,03	2,11	2,03	1,84	10,79	NS <sup>5</sup>	0,0865	0,1183
GDP <sup>2</sup> (kg)	1,07	1,11	1,06	0,95*	10,62	Quadrática <sup>6</sup>	0,0248	0,2803
CA <sup>3</sup>	1,89	1,91	1,93	1,95	9,40	NS	0,0517	0,1843
<b>70 a 122 dias de idade</b>								
CDR (kg)	2,39	2,56	2,49	2,29	10,48	NS	0,0864	0,2064
GDP (kg)	1,06	1,09	1,01	0,89*	9,83	Quadrática <sup>7</sup>	0,0028	0,3902
CA	2,25	2,35	2,48*	2,51*	6,48	Linear <sup>8</sup>	0,0003	0,4226
<b>70 a 157 dias de idade</b>								
CDR (kg)	2,50	2,59	2,60	2,28*	10,58	Quadrática <sup>9</sup>	0,0088	0,3350
GDP (kg)	1,03	1,10	1,02	0,94*	8,19	Quadrática <sup>10</sup>	0,0102	0,3277
CA	2,34	2,35	2,55*	2,47*	7,04	Quadrática <sup>11</sup>	0,0066	0,3493

<sup>1</sup>Consumo diário de ração; <sup>2</sup>Ganho diário de peso; <sup>3</sup>Conversão alimentar; <sup>4</sup>Coefficiente de variação; <sup>5</sup>Não significativo. <sup>6</sup> $Y = 1,1516 + 0,0025x - 0,00005x^2$ ; <sup>7</sup> $Y = 1,0676 + 0,0018x - 0,00005x^2$ ; <sup>8</sup> $Y = 2,0436 + 0,00357x$ ; <sup>9</sup> $Y = 2,3283 + 0,0133x - 0,00022x^2$ ; <sup>10</sup> $Y = 1,0481 + 0,0031x - 0,00006x^2$ ; <sup>11</sup> $Y = 2,0671 + 0,0083x - 0,00008x^2$ ; \*Médias seguidas de asterisco na coluna diferem do tratamento controle pelo teste de Dunnet a 5% de probabilidade.

Para o consumo diário de ração, apenas no período III notou-se que os animais que receberam ração contendo 75% de farinha de silagem de pescado apresentaram menor consumo em relação àqueles alimentados com ração à base de milho e farelo de soja. Para o ganho diário de peso, nos três períodos, somente os animais que receberam ração com 75% de inclusão de farinha de silagem de pescado tiveram menores ganhos em relação aos animais alimentados com a ração sem este ingrediente. Em relação à conversão alimentar, nos períodos II e III, apenas os animais alimentados com ração contendo 25% de farinha de silagem de pescado não apresentaram prejuízo na conversão alimentar em relação aos animais que receberam ração sem este ingrediente.

O consumo diário de ração, no período III, pode ter apresentado redução significativa no tratamento com 75% de inclusão pelo fato de os animais, na fase de terminação, apresentarem uma maior sensibilidade à granulometria e ao cheiro da ração, que era maior e mais característico, respectivamente, na referida ração.

Considerando que os níveis de 25 e 18% de farinha de silagem de pescado do presente trabalho apresentam em média 5,87 e 11,73% de silagem de pescado com base na matéria seca, respectivamente, observa-se que estes se apresentaram próximos aos encontrados por Silva (2003), observando que a adição de até 6,0% de silagem de subprodutos da filetagem de peixe, com base na matéria seca, na dieta de suínos em crescimento não ocasionou prejuízo no ganho de peso e na conversão alimentar. Enquanto Green *et al.* (1988) não encontraram diferenças significativas no ganho de peso de suínos em crescimento, ao testarem diferentes níveis (0, 5, 10 e 15%) de silagem de peixe, Ottati *et al.* (1990), avaliando a inclusão de 2,5 e 5,0% de silagem de pescado em rações para suínos em crescimento, observaram aumento no consumo diário de ração com a adição de 5,0% do ingrediente.

Em trabalho realizado por Gai (1977), testando inclusão de farinha de peixe nas rações de suínos em crescimento e terminação, não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos, em qualquer dos períodos estudados, para os parâmetros consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar. Em contrapartida, Tibbetts *et al.* (1981), ao estudarem a inclusão de 3, 6 e 9% de silagem de peixe na dieta de suínos em terminação, em substituição ao farelo de soja e milho, não constataram diferenças no ganho de peso diário, observando no entanto que os níveis de 6 e 9% de inclusão resultaram em prejuízo na conversão alimentar.

Não foram encontradas diferenças significativas para as variáveis de peso ao abate, peso de carcaça quente, rendimento de carcaça, comprimento de carcaça, quantidade de carne magra na carcaça, porcentagem de carne magra na carcaça, área de olho de lombo, relação gordura/carne e índice de bonificação (Tabela 9).

Observou-se que as adições crescentes de farinha de silagem de pescado nas dietas promoveram reduções lineares para a espessura média de toucinho ( $y = 2,6485 - 0,0081x$ ), profundidade de gordura ( $y = 1,1138 - 0,0051x$ ) e área de gordura ( $y = 9,9195 - 0,0363x$ ). Nesse sentido, as reduções das variáveis relacionadas à gordura, apresentaram um efeito desejável sob o ponto de vista de característica de carcaça, em virtude da maior procura por cortes cárneos com menor quantidade de gordura. Embora tenha sido observado efeito linear decrescente na profundidade do lombo ( $y = 6,3191 - 0,0092x$ ), o rendimento de carcaça e a quantidade de carne magra na carcaça não foram reduzidos, o que também é considerado uma vantagem, pois a inclusão do ingrediente não causou prejuízos nas carcaças dos animais.

**Tabela 9** - Características de carcaça de suínos alimentados com diferentes níveis de farinha de silagem de pescado nas dietas

Variáveis	Níveis de farinha de silagem de pescado (%)				CV <sup>1</sup> (%)	Regressão		
	0	25	50	75		Efeito	Valor de P	R <sup>2</sup>
Peso ao abate (kg)	98,45	101,83	96,08	88,31	4,38	NS <sup>14</sup>	0,1869	0,0074
PCQ <sup>2</sup> (kg)	72,12	73,49	69,38	62,95	5,27	NS	0,1706	0,1607
RC <sup>3</sup> (%)	73,26	72,17	72,21	71,28*	2,15	NS	0,0584	0,1779
CC <sup>4</sup> (cm)	0,91	0,92	0,90	0,93	3,39	NS	0,9355	0,0045
EMT <sup>5</sup> (mm)	2,73	2,37	2,58	1,98*	19,99	Linear <sup>15</sup>	0,0359	0,2050
PL <sup>6</sup> (mm)	6,36	6,54	5,96	5,78*	10,19	Linear <sup>16</sup>	0,0241	0,2264
PG <sup>7</sup> (mm)	1,02	0,97	0,98	0,87*	32,24	Linear <sup>17</sup>	0,0283	0,2179
QCM <sup>8</sup> (kg)	45,49	43,84	43,52	44,58	4,28	NS	0,1635	0,1644
CM <sup>9</sup> (%)	63,78	64,06	63,84	64,13	0,44	NS	0,1118	0,1402
AOL <sup>10</sup> (cm <sup>2</sup> )	40,54	38,46	38,18	37,82	12,37	NS	0,5343	0,0423
AG <sup>11</sup> (cm <sup>2</sup> )	10,97	9,28	8,72	8,14*	20,79	Linear <sup>18</sup>	0,0174	0,2438
G/C <sup>12</sup>	3,83	4,35	4,39	4,65	15,83	NS	0,8124	0,1583
IB <sup>13</sup>	118,43	118,45	118,15	118,65	0,26	NS	0,1745	0,1599

<sup>1</sup>Coefficiente de Variação; <sup>2</sup>Peso de Carcaça quente; <sup>3</sup>Rendimento de carcaça; <sup>4</sup>Comprimento de carcaça; <sup>5</sup>Espessura média de toucinho; <sup>6</sup>Profundidade de lombo; <sup>7</sup>Profundidade de gordura; <sup>8</sup>Quantidade de carne magra na carcaça; <sup>9</sup>Carne magra; <sup>10</sup>Área do olho de lombo; <sup>11</sup>Área de gordura; <sup>12</sup>Relação gordura/carne; <sup>13</sup>Índice de Bonificação; <sup>14</sup>Não significativo; <sup>15</sup> $Y=72,9726-0,0235x$ ; <sup>16</sup> $Y=2,6485-0,0081x$ ; <sup>17</sup> $Y=-6,3191-0,0092x$ ; <sup>18</sup> $Y=1,1138-0,0051x$ ; <sup>19</sup> $Y=9,9195-0,0363x$ ; \*Médias seguidas de asterisco na coluna diferem do tratamento controle pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

Para as variáveis espessura média de toucinho, profundidade de gordura, área de gordura e profundidade de lombo, não foram observadas diferenças entre os tratamentos com 25 e 50% de inclusão da farinha de silagem de pescando em comparação ao tratamento sem inclusão do ingrediente, indicando a possibilidade de inclusão até o nível de 50% do ingrediente, por não prejudicar os demais parâmetros de características de carcaça avaliados.

Os resultados encontrados no presente trabalho corroboram os obtidos por Green *et al.* (1988), que também não observaram diferenças significativas nas características da carcaça de suínos alimentados com diferentes níveis de silagem de peixe na ração e abatidos aos 55 kg.

Não houve efeito da adição de farinha de silagem nas dietas sobre pH, capacidade de retenção de água, cor (L\*,a\*, b\*), perdas por cocção e força de cisalhamento da carne de suínos (Tabela 10). Silva e Landell (2003), em estudo realizado com adição de silagem de pescado em rações para suínos nas fases de crescimento e terminação, também não encontraram diferenças significativas nos parâmetros relacionados à qualidade da carne.

Porém, os valores de pH apresentaram-se menores que 5,8 e para luminosidade (L\*) foram observados valores superiores a 50, o que, segundo Bridi e Silva (2007), classificaria a carne como PSE (carne de cor pálida, de textura mole e com baixa capacidade de retenção de água). No entanto, estes valores podem estar relacionados ao estresse agudo pré-abate a que os animais foram submetidos.

**Tabela 10** - Qualidade da carne de suínos em crescimento e terminação alimentados com diferentes níveis de farinha de silagem nas dietas

Variáveis	Níveis de farinha de silagem de pescado (%)				CV <sup>1</sup> (%)	Regressão		
	0	25	50	75		Efeito	Valor de P	R <sup>2</sup>
pH	5,78	5,69	5,69	5,79	1,63	NS <sup>2</sup>	0,0498	0,3029
CRA (%)	1,76	1,72	1,72	1,74	2,98	NS	0,3581	0,1222
L*	56,99	57,43	70,12	56,84	29,11	NS	0,3654	0,1258
a*	14,96	16,30	15,70	15,42	6,53	NS	0,0901	0,3005
b*	10,78	11,67	10,44	10,85	9,05	NS	0,1102	0,2510
PPC (%)	23,37	24,63	23,42	22,45	17,38	NS	0,7628	0,0698
FC (kgf/cm <sup>2</sup> )	8,52	7,67	8,27	9,69	6,80	NS	0,4296	0,1965

<sup>1</sup>Coefficiente de Variação; <sup>2</sup>Não significativo.

Na análise sensorial da carne, os atributos referentes ao aroma, sabor, cor e suculência da carne não apresentaram efeito sob os diferentes níveis de farinha de silagem de pescado adicionados à dieta dos suínos (Tabela 11).

Para a aceitação global, observou-se efeito linear decrescente ( $y = 5,256389 - 0,005922x$ ) à medida que se aumentaram os níveis de farinha de silagem de pescado e para o atributo dureza observou-se efeito quadrático ( $y = 4,387778 - 0,067156x + 0,000800x^2$ ), sendo o menor valor para este parâmetro estimado em 41,97% de inclusão do ingrediente. Notou-se ainda que, para a aceitação global, somente o tratamento com a inclusão de 75% diferiu do tratamento com 0% de inclusão e para o atributo dureza, os tratamentos em que houve a inclusão de farinha de silagem de pescado diferiram do tratamento em que os suínos não foram alimentados com ração contendo este ingrediente.

Em análise sensorial realizada por Silva e Landell (2003), a inclusão de silagem de subprodutos da filetagem de peixe na dieta de suínos não causou modificações no sabor da carne desses animais. Dessa forma, o menor valor para o atributo de dureza pode ser explicado pelo maior teor de gordura intramuscular encontrado na carne dos animais alimentados com a farinha de silagem de pescado, visto que os depósitos de gordura

intermuscular representam entre 20 e 35 % do total de gordura da carcaça e podem ser modulados em função da dieta (GERBENS, 2004). Nesse sentido, essa gordura intramuscular pode tornar a carne menos dura, devido sua influência positiva na suculência, na maciez e no sabor (GARCÍA-MACÍAS *et al.*, 1996; BARROS, 2001) e normalmente, as melhores pontuações em painéis sensoriais para suculência de lombos suínos são obtidas naqueles cortes com maior quantidade de gordura intramuscular (BENEVENUTO, 2001).

**Tabela 11** - Atributos da análise sensorial da carne de suínos alimentados com diferentes níveis de farinha de silagem nas dietas

Parâmetros	Níveis de farinha de silagem de pescado (%)				CV <sup>1</sup> (%)	Regressão		
						Efeito	Valor de P	R <sup>2</sup>
	0%	25%	50%	75%				
Aroma “Normal”	5,69	5,70	5,38	5,69	31,57	NS <sup>2</sup>	0,9241	0,0230
Aroma Estranho”	1,36	0,82	1,11	0,81	36,00	NS	0,5096	0,0194
Sabor “Normal”	4,72	5,38	5,43	5,32	37,71	NS	0,4788	0,0211
Sabor “Estranho”	1,25	0,52	1,16	0,73	43,62	NS	0,7348	0,0089
Cor	4,65	4,10	4,30	5,00	39,71	NS	0,2761	0,0366
Dureza	4,31	3,43*	2,80*	3,92*	50,25	Quadrático <sup>3</sup>	0,0223	0,0726
Suculência	4,17	3,98	4,25	2,81	57,31	NS	0,1299	0,0574
Aceitação global	5,28	5,13	4,97	4,15*	27,89	Linear <sup>4</sup>	0,0151	0,0813

<sup>1</sup>Coefficiente de Variação; <sup>2</sup>Não Significativo; <sup>3</sup> $Y = 4,387778 - 0,067156x + 0,000800x^2$ ; <sup>4</sup> $Y = 5,256389 + 0,005922x$ . \*Médias seguidas de asterisco na coluna diferem do tratamento CONTROLE pelo teste de Dunnet a 5% de probabilidade.

Em estudo realizado por Ottati e Bello (1990), a carne dos suínos alimentados com 2,5% de silagem de subprodutos da filetagem de peixe na dieta obteve a melhor aceitação, entre os provadores, em relação ao controle.

Contrariamente aos resultados encontrados, para os atributos dureza e aceitação global, no presente trabalho, Tibbets *et al.* (1981), ao estudar a inclusão de 3, 6 e 9% de silagem de peixe na dieta de suínos em terminação, em substituição ao farelo de soja e milho, não observaram efeito significativo sobre a maciez, suculência, sabor ou aceitabilidade através da análise sensorial realizada por um painel do julgadores.

Nesse sentido, a inclusão de até 50% de farinha de silagem de pescado na ração de suínos não causou prejuízos nas características sensoriais da carne desses animais, em comparação aos que não se alimentaram do ingrediente.

Os diferentes níveis de farinha de silagem de pescado adicionados à dieta dos suínos não resultaram em efeito sobre os parâmetros aroma e textura da mortadela obtida a partir da carne desses animais (Tabela 12). No entanto observaram-se efeitos quadráticos para os atributos de sabor ( $y = 6,027259 + 0,022069x - 0,000272x^2$ ), cor ( $y = 6,027259 + 0,022069x - 0,000272x^2$ ) e aceitação global ( $y = 6,838970 + 0,025088x - 0,000253x^2$ ) da mortadela, sendo estimados os maiores valores para estes atributos para os níveis estimados de 40,05, 51,95 e 49,58% de inclusão da farinha de silagem de pescado, respectivamente.

**Tabela 12** - Atributos da análise sensorial da mortadela produzida a partir da carne de suínos alimentados com diferentes níveis de farinha de silagem nas dietas

Parâmetros	Níveis de farinha de silagem de pescado (%)				CV(%) <sup>1</sup>	Regressão		
	0%	25%	50%	75%		Efeito	Valor de P	R <sup>2</sup>
Aroma	7,07	7,18	7,51	7,16	18,41	NS <sup>2</sup>	0,1387	0,0099
Sabor	6,01	6,49*	6,37*	6,18	17,78	Quadrático <sup>3</sup>	0,0404	0,0138
Cor	7,11	7,45*	7,93*	7,60*	26,36	Quadrático <sup>4</sup>	0,0176	0,0106
Textura	6,47	6,86	7,07	6,85	23,53	NS	0,0694	0,0160
Aceitação Global	6,84	7,28*	7,49*	7,29	17,65	Quadrático <sup>5</sup>	0,0139	0,0149

<sup>1</sup>Coefficiente de Variação; <sup>2</sup>Não Significativo; <sup>3</sup> $Y = 6,027259 + 0,022069x - 0,000272x^2$ ; <sup>4</sup> $Y = 7,091873 + 0,026601x - 0,000256x^2$ ; <sup>5</sup> $Y = 6,838970 + 0,025088x - 0,000253x^2$ . \*Médias seguidas de asterisco na coluna diferem do tratamento CONTROLE pelo teste de Dunnet a 5% de probabilidade.

Observou-se ainda que houve diferença entre os atributos sensoriais da mortadela elaborada a partir da carne de suínos alimentados com farinha de silagem de pescado, quando comparada àquela obtida a partir da carne de animais alimentados com a ração à base de milho e farelo de soja. Para o atributo de cor, a mortadela obtida a partir da carne de animais alimentados com ração contendo a partir de 25% de farinha de pescado foram superiores àquelas elaboradas a partir da carne de suínos alimentados sem este ingrediente. Para os atributos de sabor e aceitação global, os níveis de 25% e 50% de inclusão da farinha de pescado na ração resultaram em mortadela com melhor avaliação quanto a esses parâmetros. Nesse sentido, as mortadelas que apresentaram melhor avaliação, em relação aos parâmetros sensoriais, foram as produzidas a partir da carne de suínos alimentados com até 50% de inclusão de farinha de silagem de pescado.

Em relação à avaliação econômica, observou-se que no período I houve aumento linear para o ICC ( $y = 136,1210 + 0,0677x$ ) em função dos níveis crescentes de farinha de silagem de pescado na ração (Tabela 13), sendo considerado um resultado insatisfatório economicamente para esse período. No período II houve efeito linear crescente para R\$RPV ( $y = 2,4285 + 0,00262x$ ) com o aumento dos níveis de inclusão da farinha de silagem de

pescado. Observou-se também efeito quadrático para o custo com a alimentação ( $y = 113,1421+0,4454x-0,00791x^2$ ), no qual o nível estimado de 28,03% de inclusão de farinha de silagem de pescado apresentou o maior custo. Para este mesmo período, houve decréscimo linear para IEE ( $y = 77,9744-0,1208x$ ) e efeito inverso para o ICC ( $y = 129,7533+0,1653x$ ), o que indicaria menor receita ao produtor com a inclusão de farinha de silagem de pescado na ração. Para R\$A ( $y = 113,1421+0,4454x-0,00791x^2$ ) observou-se efeito quadrático, com maior nível estimado de 2,81% de farinha de silagem de pescado. De forma semelhante, no período III também foi observado efeito linear decrescente para IEE ( $y = 85,8010-0,1093x$ ) e crescente para ICC ( $y = 115,8582+0,1863x$ ) em função da inclusão de farinha de silagem de pescado na ração dos suínos.

Embora no período I não tenha sido observada diferença entre os tratamentos com inclusão de farinha de silagem de pescado em relação ao tratamento sem inclusão deste ingrediente para todas as variáveis, no período II observou-se que apenas os animais alimentados com ração contendo 25% de farinha de silagem de pescado não tiveram prejuízo nos parâmetros econômicos avaliados, exceto para R\$A. Já para o período III, para todas as variáveis econômicas, os animais alimentados com ração com inclusão de 25% de farinha de silagem de pescado não diferiram em relação àqueles alimentados com ração à base de milho e farelo de soja. De acordo com Lindemann *et al.* (2004), na avaliação de um ingrediente alternativo na alimentação de suínos, muitas vezes a intenção não é necessariamente determinar se há vantagem nutricional, mas, sim, determinar se o ingrediente suporta resultado econômico similar à dieta referência. Nesse sentido, a farinha de silagem de pescado pode ser viável economicamente em rações para suínos em crescimento e terminação até o nível de 25% de inclusão.

**Tabela 13** – Avaliação econômica para rações de suínos em crescimento e terminação em função dos tratamentos

Fase	Níveis	Variáveis estudadas				
		Custo / kg (R\$)	R\$RPV <sup>1</sup>	R\$A <sup>2</sup>	IEE <sup>3</sup>	ICC <sup>4</sup>
Período I (70 a 90 dias)	0%	0,99	1,89	40,43	99,96	100,00
	25%	0,98	1,88	41,44	100,00	100,09
	50%	0,97	2,06	40,03	99,54	102,66
	75%	0,97	2,07	40,53	99,04	103,74
	CV <sup>5</sup> (%)	-	12,27	8,07	9,76	8,09
Regressão	Efeito	-	NS <sup>6</sup>	NS	NS	Linear <sup>7</sup>
	Valor de P	-	0,1658	0,4618	0,1410	0,0296
	R <sup>2</sup>	-	0,1165	0,0518	0,1263	0,2155
Período II (70 a 122 dias)	0%	0,95	2,21	99,93	100,00	100,00
	25%	0,94	2,22	105,55	96,69	101,78
	50%	0,94	2,35*	102,71	91,13*	107,71*
	75%	0,95	2,38*	88,55	89,57*	109,40*
	CV (%)	-	5,35	12,25	6,93	6,56
Regressão	Efeito	-	Linear <sup>8</sup>	Quadrático <sup>9</sup>	Linear <sup>10</sup>	Linear <sup>11</sup>
	Valor de P	-	0,001	0,0114	0,0014	0,0031
	R <sup>2</sup>	-	0,4604	0,3219	0,3631	0,3291
Período III (70 a 157 dias)	0%	0,92	2,25	162,74	100,00	100,00
	25%	0,91	2,27	163,04	98,39	100,47
	50%	0,91	2,33*	165,74*	91,04*	110,10*
	75%	0,91	2,34*	168,86*	91,79*	110,05*
	CV (%)	-	6,68	7,32	7,70	6,73
Regressão	Efeito	-	NS	NS	Linear <sup>12</sup>	Linear <sup>13</sup>
	Valor de P	-	0,1030	0,3677	0,0343	0,0053
	R <sup>2</sup>	-	0,1450	0,0666	0,2075	0,3035

<sup>1</sup>Custo médio da ração por quilograma de peso vivo; <sup>2</sup>Custo com a alimentação; <sup>3</sup>Índice de eficiência econômica; <sup>4</sup>Índice de custo médio da ração consumida; <sup>5</sup>Coefficiente de Variação; <sup>6</sup>Não Significativo; <sup>7</sup>Y=136,1210+0,0677x; <sup>8</sup>Y=2,4285+0,00262x; <sup>9</sup>Y=113,1421+0,4454x-0,00791x<sup>2</sup>; <sup>10</sup>Y=77,9744-0,1208x; <sup>11</sup>Y=129,7533+0,1653x; <sup>12</sup>Y=85,8010-0,1093x; <sup>13</sup>Y=115,8582+0,1863; \*Médias seguidas de asterisco na linha diferem do tratamento controle pelo teste de Dunnet a 5% de probabilidade.

#### 4 CONCLUSÃO

A silagem de pescado apresentou 36,50% de proteína bruta, 29,78% de extrato etéreo, 14,45% de matéria mineral e 4032,09 kcal de energia metabolizável/kg de matéria seca. A farinha de silagem de pescado pode ser incluída em rações para suínos nas fases de crescimento e terminação, sendo recomendado até o nível de 25% de inclusão, correspondendo a 5,87% de silagem de pescado na matéria seca.

## REFERÊNCIAS

- ABCS. Associação Brasileira de Criadores de Suínos. Método brasileiro de classificação de carcaças. **Estrela: ABCS**, 1973. 17 p. (Publicação Técnica , 2).
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA PROTEÍNA ANIMAL (ABPA). **Cenário Carnes 2014/2015**. São Paulo, 2015.
- ARRUDA, L. F.; BORGHESI, R.; BRUM, A.; REGITANO D'ARCE, M.; OETTERER, M. Nutritional aspects of nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) silage. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.26, n.4, p.749-756, 2006.
- ARRUDA, L. F.; OTTERER, M. Silagem ácida: uma tecnologia alternativa para aproveitamento do resíduo do processamento do pescado. **Revista de Aquicultura e Pesca**, v.1, n.14, p.30-33, 2005.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). **Official Methods of Analysis of the AOAC**. 18 th ed. Gaithersburg, M.D, USA. 2005.
- ABULARACH, M. L. S.; ROCHA, C. E.; FELÍCIO, P. E. Características de qualidade do contrafilé (*m. L. dorsi*) de touros jovens da raça Nelore. **Ciência Tecnologia de Alimentos**, v.18, p.205-210, 1998.
- BARBOSA, H. P.; FIALHO, E. T.; FERREIRA, A. S.; LIMA, G. J. M. M.; GOMES, M. F. M. Triguilho para suínos nas fases inicial de crescimento, crescimento e terminação. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.21, n.5, p.827-837, 1992.
- BARROS, L. B. **Efeito de níveis de lisina da dieta sobre a qualidade da carne de fêmeas suínas abatidas em diferentes pesos**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2001. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Viçosa, 2001.
- BEERLI, E. L.; BEERLI, K. M. C.; LOGATO, P. V. R. Silagem ácida de resíduos de truta (*Oncorhynchus mykiss*), com utilização de ácido muriático. **Ciência e Agrotecnologia**, v.28, n.1, p. 195-198, 2004.
- BELLAVER, C. & LUDKE, J. V. Considerações sobre os alimentos alternativos para dietas de suínos. In: ENCONTRO INTERNACIONAL DOS NEGÓCIOS DA PECUÁRIA, 2004, Cuiabá. **Anais...** Cuiabá, Brasil, 2004.
- BENEVENUTO JR., A. A. **Avaliação de rendimento de carcaça e de qualidade da carne de suínos comerciais, de raça nativa e cruzados**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2001, 93p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, 2001.
- BENITES, C. I.; SOUZA-SOARES, L. A. Farinhas de silagem de resíduo de pescado co-secas com farelo de arroz: uma alternativa viável. **Archivos de Zootecnia**, v.59, n.227, p.447 – 450, 2010.

BERENZ, Z. **Utilización del ensilado de residuos de pescado en pollos**. Lima: Instituto Tecnológico Pesquero de el Peru, 2004. Disponível em: [http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc\\_arquivos/palestras\\_x9u42o3l.pdf](http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_arquivos/palestras_x9u42o3l.pdf). Acesso em: 03 janeiro de 2016.

BERMUDEZ, J. E. *et al.* Ensilage de vísceras de pescado bacham blanca (*Piaractus brachyponum*) como fuente de proteína para la alimentación de cerdos de engorde en una dieta com aceite crudo de palma (*Elaeis guineensis-Elaeis oloifera*). **Livestock Reserch for Rural Development**, [S.l.], v.11, n.2, 1999.

BORGHESI, R. **Avaliação físico-química, nutricional e biológica das silagens ácida, biológica e enzimática elaboradas com descarte e resíduo do beneficiamento da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)**. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. São Paulo. 2004

BRIDI, A. M.; SILVA, C. A. **Métodos de avaliação de carcaça e da carne suína**. Londrina: Midiograf, 97p. 2007.

CASON, J. A.; LYON, C. E. e PAPA, C. M. Effect of muscle opposition during rigor on development of broiler breast meat tenderness. **Poultry Science**, v.76, p.785-787, 1997.

CUNHA, G. T. G. **Utilização de diferentes farinhas de silagem de peixe para frangos de corte de crescimento lento**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife. 2013.

DUTCOSKY, S. D. **Análise sensorial de alimentos**. Curitiba: Champagnat, 1996. 123 p.

ENKE, D. B. S.; LOPES, P. S.; KICH, H. A.; BRITTO, A. P.; SOQUETTA, M.; POUHEY, J. L. O. F. Utilização de farinha de silagem de pescado em dietas para o jundiá na fase juvenil. **Ciência Rural**, v.39, n.3, p. 871-877, 2009.

ENKE, D. B. S.; SOARES, L. A. S.; RUTZ, F.; ROCHA, C. B.; Efeito da inclusão de farinha de silagem de pescado adicionada de farelo de arroz desengordurado na dieta de codornas japonesas (*Coturnix Coturnix Japonica*). **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, v.4, n. 2, p. 01-15, 2010.

ESPÍNDOLA FILHO, A.; PINHEIRO, C. R.; OKUMURA, M. P. M. Aproveitamento do resíduo sólido de peixe, camarão e bivalves como ingrediente para a ração animal. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 10, Recife, 1998. **Resumos**. Recife: Persona, 1998, p.41.

FERNANDES, J. B. K.; BUENO, R. J.; RODRIGUES, L. A. *et al.* Silagem ácida de resíduos de filetagem de tilápias em rações de juvenis de piaçu (*Leporinus macrocephalus*). **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v.29, n.3, p. 339-334, 2007.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). **The State of World Fisheries and Aquaculture**. 2014. FAO: Roma, 2012. 243p.

GARCÍA-MACÍAS, J. A.; GISPERT, M.; OLIVER, M. A. *et al.* The effects of cross, slaughter weight and halothane genotype on leanness and meat and fat quality in pig carcasses. **Journal of Animal Science**, v.63, p.487-496, 1996.

GERON, L. J. V.; ZEOULA, L. M.; VIDOTTI, R. M. *et al.* Digestibilidade e parâmetros ruminais de rações contendo silagens de resíduos da filetagem de tilápia. **Acta Animal Science**, v.28, n.4, p.437-445, 2006.

GREEN, S.; WISEMAN, J.; COLE, D. J. A. Examination of stability, and its effect on nutritive value of fish silage in diets for growing pigs. **Animal Feed Science and Technology**, v.21, p.43-56, 1988.

GUIDONI, A. L. Melhoria dos processos para tipificação de carcaças suínas no Brasil. **Anais**. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL VIRTUAL SOBRE QUALIDADE DE CARNE SUÍNA, 1., 2000

HAMM, R. Biochemistry of meat hydration. **Advanced Food Research**, v.10, p.335- 362, 1960.

HAARD, N. F.; KARIEL, N.; HERZBERG, G. *et al.* Stabilization of protein and oil in fish silage for use as a ruminant feed supplement. **Journal of Science Food and Agriculture**, v.36, n.1, p.229-241, 1995.

HOSSAIN, M. A.; NAHAR, N.; KAMAL, M. Nutrient digestibility coefficients of some plant and animal proteins for rohu (*Labeo rohita*). **Aquaculture**, v.151, p.37-45, 1997.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Agropecuária. Pesquisa da Pecuária Municipal 2013.

JOHNSEN, F.; SKREDE, A. Evaluation of fish viscera silage as a feed resource. **Acta Agriculture Scandinavia**, v.31, p.21-8, 1981.

LIMA, A. F. Crescimento heterogêneo em tilápias cultivadas em tanques-rede e submetidas a classificações periódicas. **Revista Brasileira de Engenharia de Pesca**, v.3, n.3, p.98-101, 2008.

LINDEMANN, M. D.; CARTER, S. D.; CHIBA, L. I.; DOVE, C.R.; LEMIEUX, F. M.; SOUTHERN, L. L. A regional evaluation of chromium tripicolinate supplementation of diets fed to reproducing sows. **Journal of Animal Science**, v.82, p.2972-2977. 2004

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 Research**, v.7, p.53-60. 1998

MASCARENHAS, A. G.; DONZELE, J. L.; OLIVEIRA, R. F. M.; FERREIRA, A. S.; LOPES, R. S; TAVARES, S. L. Fontes e níveis de energia digestível em rações para suínos machos inteiros dos 60 aos 100 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.3, p.1403-1408, 2002

MACHADO, T. M. **Silagem biológica de pescado**. Santos (SP), Panorama da aquicultura. v.8, n.47, p.30-32, 2010.

MATTERSON, L. D; POTTER, L. M.; STUTZ, N. *et al.* The metabolizable energy of feed ingredients for chickens. Research Report n. 7 University of Connecticut, **Agriculture Experimental Station**, v.7, p.3-11, 1965.

MINIM, V. P. R. **Análise sensorial-estudo com consumidores**. 2.ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2010. 308p.

MOTHÉ, C. G.; DAMICO, A.; MACHADO, M. G. S. Estudo termoanalítico, CLAE e fracionamento físico e químico do subproduto industrial do milho. **Ciência e Tecnologia Alimentar**, v.25 n.1, p. 1-7, 2005.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC) 1998. Nutrient Requirements of Swine. Tenth Revised Edition. **National Academic Press**, Washington, D.C. 20418 USA

OETTERER DE ANDRADE, M. Pescado fermentado. In: AQUARONE, E.; LIMA DE ALMEIDA, U.; BORZANI, W. coord. Alimentos e bebidas por fermentação. São Paulo. **Edgard Blucher**, 1983. p.177-202 (Biotecnologia, v.5).

OETTERER, M. Produção de silagem a partir da biomassa residual de pescado. **Alimentos e Nutrição**, v.5, p.119-134, 1994.

OLIVEIRA, C. R. C. **Avaliação Nutricional de farinha de silagem de peixes em dietas para frangos de corte**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife. 2002.

OLIVEIRA, M. M.; PIMENTA, M. E. S. G; CAMARGO, A. C. S.; FIORINI, J. E.; PIMENTA, C. J. Silagem de resíduos da filetagem de tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*), com ácido fórmico - análise bromatológica, físico-química e microbiológica. **Ciência e agrotecnologia**, v.30, n.6, p. 1218-1223, 2006.

OLIVEIRA, A. L. T.; SALES, R. O.; BRUNO, F. H. S.; FREITAS, J. B. S. Avaliação microbiológica da silagem biológica de resíduos de pescado das indústrias de filetagem de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, v.7, n.2, p.68-85, 2013.

OTTATI, M; GUTIÉRREZ, M.; BELLO, R. Estudio sobre la elaboración de ensilado microbiano a partir de pescado proveniente de espécies subutilizadas. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**. 1990; 40(3):409-410.

PONCE, L. E.; GERNAT, A. G. The effect of using different levels of tilapia byproduct meal in broiler diets. **Poultry Science**, v.81, n.7, p. 1045-1049, 2002.

PESSATTI, M. L. **Aproveitamento dos sub-produtos do pescado**. Itajaí: MAPA/UNIVALI, 2001. 130p.

QUINIYOU, N.; NOBLET, J.; VAN MILGEN, J. *et al.* Effect of energy intake on performance, nutrient and tissue gain and protein and energy utilization in growing boars. **Animal Science**, v.61, p.133-143, 1995.

REZENDE, W. O.; DONZELE, J. L.; OLIVEIRA, R. F. M.; ABREU, M. L. T.; FERREIRA, A. S.; SILVA, F. C. O.; APOLÔNIO, L. R. Níveis de energia metabolizável mantendo a relação lisina digestível:caloria em rações para suínos machos castrados em terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.1101-1106, 2006.

ROSTAGNO H. S. *et al.* **Tabelas brasileiras para aves e suínos: Composição de alimentos e exigências nutricionais**. Editor: Horacio Santiago Rostagno. 3ed. Viçosa-MG/UFV, 2011.

SANTANA-DELGADO, H.; AVILA, E.; SOTELO, A. Preparation of fish silage from spanish mackerel (*Scomberomorus maculatus*) and its evaluation in broiler diets. **Animal Feed Science and Technology**, v.141, n.1-2, p. 129-140, 2008.

SILVA, H. B. R.; LANDELL, L. C. F. Silagem de subprodutos da filetagem de peixe na alimentação de suínos em crescimento: parâmetros de desempenho e organolépticos. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.25, n.1, p. 137-141, 2003.

SILVEIRA, P. R. S.; TALAMINI, D. J. D. A cadeia produtiva de suínos no Brasil. **Revista do Conselho Federal de Medicina Veterinária**, v.13, n.42, p. 11-20, 2007.

TIBBETTS, G. W.; SEERLEY, R. W.; McCAMPBELL, H. C.; VEZEY, S. A. An Evaluation of an Ensiled Waste Fish Product in Swine Diets. **American Society of Animal Science**. v.52 n.1, p. 93-100, 1981.

United States Department of Agriculture (USDA). 2015. Disponível em: <http://www.fas.usda.gov/psd>. Acesso em: 02 de março de 2016.

VIDOTTI, R. M.; GONÇALVES, G. S. **Produção e caracterização de silagem, farinha e óleo de tilápia e sua utilização na alimentação animal**. 2006. Disponível em: [http://ftp.sp.gov.br/ftpesca/producao\\_caracterizacao.pdf](http://ftp.sp.gov.br/ftpesca/producao_caracterizacao.pdf). Acesso em: 05 de março de 2016.

VIDOTTI, R. M. **Produção e utilização de silagens de peixe na nutrição do pacu (*Piaractus mesopotamicus*)**. 2001. Tese (Doutorado). Universidade Estadual Paulista Centro de Aquicultura Campus de Jaboticabal, Jaboticabal, 2001.

VIDOTTI, R. S.; VIEGAS, E. M. M.; CARNEIRO, D. J. Amino acid composition of processed fish silage using different raw materials. **Animal Feed Science and Technology**, v.105 p.199–204, 2003.

WILHELM, A. E.; MAGANHINI, M. B.; BLAZQUEZ, F. J. H.; IDA, E. I.; SHIMOKOMAKI, M. Protease activity and the ultrastructure of broiler chicken PSE (Pale, Soft, Exudative) meat. **Food Chemistry**, v.119, n.3, p.1201- 1204,2010.

**ANEXO A – MODELO DE FICHA UTILIZADA PARA AVALIAÇÃO DOS  
ATRIBUTOS AROMA, SABOR, COR, DUREZA, SUCULÊNCIA E ACEITAÇÃO  
GLOBAL DA CARNE SUÍNA**

<b>Amostra:</b> _____			
Nome: _____	Idade: _____		
Data: __/__/__			
<p>Você está recebendo uma amostra de CARNE SUÍNA. Por favor, avalie expressando sua opinião colocando um traço vertical na escala correspondente lembre-se que <b>você está avaliando a intensidade do parâmetro sensorial</b> e que a DUREZA deverá ser avaliada ao colocar a amostra entre os dentes molares dando assim a primeira mordida, enquanto a SUCULÊNCIA, somente após a quinta mastigada.</p>			
Aroma Normal	<table border="1" style="width: 100%; height: 20px; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">Fraco</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">Forte</td> </tr> </table>	Fraco	Forte
Fraco	Forte		
Aroma Estranho	<table border="1" style="width: 100%; height: 20px; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">Fraco</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">Forte</td> </tr> </table>	Fraco	Forte
Fraco	Forte		
Sabor Normal	<table border="1" style="width: 100%; height: 20px; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">Fraco</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">Forte</td> </tr> </table>	Fraco	Forte
Fraco	Forte		
Sabor Estranho	<table border="1" style="width: 100%; height: 20px; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">Fraco</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">Forte</td> </tr> </table>	Fraco	Forte
Fraco	Forte		
Cor	<table border="1" style="width: 100%; height: 20px; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">Pouco</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">Muito</td> </tr> </table>	Pouco	Muito
Pouco	Muito		
Dureza	<table border="1" style="width: 100%; height: 20px; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">Pouco</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">Muito</td> </tr> </table>	Pouco	Muito
Pouco	Muito		
Suculência	<table border="1" style="width: 100%; height: 20px; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">Pouco</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">Muito</td> </tr> </table>	Pouco	Muito
Pouco	Muito		
Aceitação Global	<table border="1" style="width: 100%; height: 20px; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">Pouco</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">Muito</td> </tr> </table>	Pouco	Muito
Pouco	Muito		
Comentários:			
_____			
_____			
_____			
<b>Obrigada por sua participação!</b>			

**ANEXO 1 - MODELO DE FICHA UTILIZADA PARA AVALIAÇÃO DOS  
ATRIBUTOS AROMA, COR, SABOR, TEXTURA E ACEITAÇÃO GLOBAL  
DA MORTADELA**

**Teste de Preferência**

Sexo \_\_\_ Idade \_\_\_ Data \_\_\_\_\_

Você está recebendo quatro amostras de mortadela, prove cada uma delas e avalie conforme a escala abaixo:

- 9 – Gostei extremamente
- 8 – Gostei muito
- 7 – Gostei relativamente
- 6 – Gostei moderadamente
- 5 – Nem gostei / nem desgostei
- 4 – Desgostei moderadamente
- 3 – Desgostei relativamente
- 2 – Desgostei muito
- 1 – Desgostei extremamente

Característica	Mortadela			
	795	220	981	822
Aroma				
Cor				
Sabor				
Textura				
Avaliação Global				

Comentários: \_\_\_\_\_

Obrigado por sua participação!