



Obtenção e caracterização de farinhas de silagem ácida de resíduo de corvina (*micropogonias furniere*) com e sem farelo de arroz¹

Art
igo

*Obtaining and characterizing silage acid flour from corvine (*micropogonias furniere*) residues with and without of rice bran*

Dariane Beatriz Schoffen Enke²; Leonor Almeida de Souza-Soares³

- ⁽¹⁾ Parte da dissertação de mestrado da primeira autora, na Fundação Universidade Federal do Rio Grande - FURG, Rio Grande, RS, Brasil.
- ⁽²⁾ Doutora em Zootecnia, Mestre em Engenharia e Ciência de Alimentos, FURG, Professora Assistente Doutor - UNESP – Campus Experimental de Registro, SP. Autor para correspondência. E.mail: *schoffenke@gmail.com
- ⁽³⁾ Doutora em Ciência de Alimentos, professora Colaboradora do Programa de Pós-graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos da FURG.

Resumo: Produziu-se silagem química de resíduos de Corvina, que foram moídos, distribuídos em baldes, e acidificados com ácido acético P.A. (10% P/V). Armazenados à temperatura ambiente, com revolvimento periódico, controle do pH, da temperatura e do grau de hidrólise. Após 15 dias retirou-se a matéria óssea por filtração (saco de rafia), prensou-se, e parte do filtrado foi centrifugada obtendo-se as frações: líquida, protéica e gordurosa. Outra porção do mesmo foi seca em estufa com e sem adição de farelo de arroz. Determinou-se a composição proximal da matéria-prima, das frações, e o nitrogênio solúvel. Durante o processo a temperatura ambiente manteve-se entre 20 e 28°C, o pH abaixo de 4,5, e o teor de nitrogênio solúvel aumentou, alcançando 62%. A farinha de silagem de resíduo de pescado (FSP) apresentou 67% de proteína, em base seca (b.s.). Parte das proteínas da matéria-prima ficou retida na farinha de minerais (FM: 33,49% de proteínas e 40,46 % de minerais (b.s.) e as frações líquidas originaram :uma farinha mista, adsorvida em farelo de arroz desengordurado (FSP+ FAD- com 35,17 % de proteínas e 11,93 % de minerais, b.s.) e um óleo bruto de pescado (97% de lipídios).

Palavras-chaves: Farelo de Arroz desengordurado, Grau de hidrólise, *Micropogonias furniere*, Resíduo de pescado.

Abstract: The objective of this work was to obtain chemical silage for bird feeding, from residues of Corvine (*Micropogonias furniere*), accompanying hydrolysis degree and characterizing the different obtained fractions. For the elaboration of the silage, the residues were grinded, distributed in buckets, acidified with acetic acid P.A. (10% P/V). The silage was stored at room temperature, with periodic homogenization, pH and temperature of the process being monitoring. After 15 days of experiment it was removed the bony matter by crude filtration and pressing and the filtrate was centrifuged for separation of the different fractions: liquid, proteinic and greased. The other proteinic fraction was dried in greenhouse with and without addition of rice bran. The proximal composition of the raw material and of the obtained fractions were determined and also determined the soluble nitrogen for the hydrolysis degree verification. The obtained silage presented a proteinic value of 59,54%. Part of the proteins, present in the raw

material, they were retained in the minerals flour and liquid fractions obtained in the silage process. The room temperature varied within 20 and 28°C and the pH remained below 4,5 during the process. The tenor of soluble nitrogen increased during the hydrolysis period reaching 62%.

Keywords: deffated rice bran, Hydrolysis degree, *Micropogonias furniere*, Fish waste.

Autor para correspondência. E.mail: * schoffenke@gmail.com

Recebido em 12.03.2016. Aceito em 20.03.2016.

<http://dx.doi.org/10.5935/1981-2965.20160010>

Introdução

O pescado é um produto com alto potencial de deterioração e grande quantidade é perdida durante os processos de captura, comercialização e industrialização (OGAWA & MAIA 1999). Torna-se importante estudar alternativas viáveis e mais econômicas a fim de reduzir as perdas, convertendo-as em subprodutos úteis (OLIVEIRA, et al., 2012).

A produção de farinha de peixe é o principal método de aproveitamento dos excedentes e resíduos da industrialização, sendo que sua composição química depende da matéria-prima empregada e do tipo de processamento que sofreu (OCKERMAN & HANSEN 1994). Entretanto, é uma atividade que gera grande poluição ambiental e, portanto, torna-se necessário uma reavaliação de sua utilização na formulação de rações (FERNANDES et al. 2000).

A silagem de pescado é uma alternativa viável, mais econômica e rica em proteínas e lipídios, podendo ser acrescida de ingredientes vegetais tradicionalmente utilizados na alimentação de animais (HOSSAIN et al. 1997). A silagem ácida de pescado é uma forma simples de utilização de resíduos (BERAQUET & GALACHO 1984; SALES, et al., 1993a) e constitui-se de um produto líquido, onde o peixe, ou parte dele é preservado pela adição de ácidos (SALES, et al., 1993b). Geralmente, apresenta alto valor biológico e praticamente a mesma composição da matéria-prima (VIDOTTI et al. 2002; SALES, et al., 1992; SALES, et al., 1993c) SALES, 1995). Segundo OGRODOWSKI et al. (1999), o farelo de arroz é um subproduto do

processamento do arroz, sendo de grande interesse para a região sul do Rio Grande do Sul, pois a cidade de Pelotas é o maior centro beneficiador de arroz da América Latina, gerando com isso, uma grande quantidade de farelo, o qual vai para a indústria, onde seu conteúdo lipídico é extraído. O farelo de arroz desengordurado (FAD) originado é um subproduto rico em fibras, sais minerais, vitaminas (principalmente complexo B) e proteínas. É estável, de baixo valor comercial e muito empregado na alimentação animal, entretanto, apresenta fatores antinutricionais que merecem serem levados em consideração, para uma boa utilização desta fonte alimentar.

Culturalmente, os resíduos alimentares são mal aproveitados e, portanto, não são valorizados. O aproveitamento das sobras comestíveis das operações industriais pode minimizar o problema da poluição ambiental e diminuir os custos dos insumos e até mesmo da matéria-prima em questão.

PEZZATO et al. (1995) salienta que, a meta das indústrias produtoras de rações animais, é a utilização de subprodutos da agroindústria, a fim de minimizar os custos operacionais, agregando valor aos produtos, além de qualidade nutricional às rações. MIRANDA & MAGGI (1991) comentam que se deve evitar o emprego de espécies com elevado teor lipídico como matéria-prima da silagem, devido à rápida deterioração deste, e redução da qualidade do produto final, sendo recomendável mesclar a matéria-prima como peixes magros e gordos. É importante a determinação da qualidade do produto ao término do processamento de silagem, por meio de ensaios

biológicos, com bovinos, porcos, aves e outros, para determinar a adequação da silagem ao animal desejado.

O maior problema na utilização de silagem de resíduos de pescado é o excesso de minerais, acarretado por cabeças e ossos existentes no resíduo. Visto que é inconveniente separá-los na indústria, deve-se tentar diminuir esta quantidade, a fim de que a silagem possa ser empregada em maiores proporções na dieta de animais, sem que cause prejuízo aos mesmos. BENITES (2003) introduziu uma conduta tecnológica simples no processo de obtenção de silagem que favoreceu a retirada do excesso de minerais. Enquanto que, de acordo com BERAQUET & GALACHO (1984), a hidrólise protéica, ocorrida na armazenagem da silagem, provoca um aumento na digestibilidade das proteínas, devido ao fato de que os aminoácidos ficam livres, aumentando o valor nutricional da mesma.

O objetivo deste trabalho foi obter uma silagem química a partir de resíduos de Corvina (*Micropogonias furniere*) para alimentação de aves, acompanhando seu grau de hidrólise, obtendo diferentes tipos de farinhas e caracterizando-as quanto à composição proximal.

Material e Métodos

2.1 Produção da silagem

Resíduo de Corvina (*Micropogonias furniere*), constituído de espinhaço, cabeça e vísceras. A matéria-prima (145Kg de resíduo) foi moída em moedor elétrico, pesada, acondicionada em baldes plásticos com tampa, aos quais adicionaram-se ácido acético glacial P.A. (10% p/v), acrescida de antioxidante (BHT 200mg/Kg de lipídio total – butilhidroxitolueno cristal) e homogeneizada.

O revolvimento foi executado nos cinco primeiros dias de silagem, enquanto o acompanhamento do pH, da temperatura, assim

como o grau de hidrólise, foi realizado durante todo o período. Aos 15 dias encerrou-se o processo, verificando-se uma separação natural das fases sólida e líquida.

Devido à preocupação existente com o teor de minerais na farinha, após o período de hidrólise, a silagem sofreu uma filtração de acordo com Benites (2003), onde os ossos foram retidos em sacos de rafia (rede com 1cm de diâmetro) e prensados. O material resultante foi seco em secador de bandeja, com circulação de ar por 24 h a 55°C e moído, obtendo-se, então, uma farinha com alto conteúdo de minerais (FSM).

Do filtrado (líquido prensa), uma parte foi adicionada de farelo de arroz desengordurado (FAD) em proporção 3:1 (líquido prensa: farelo). Esta mistura foi seca em secador bandeja com circulação de ar por \pm 24 h a 55°C e moída, obtendo-se, assim, uma farinha de silagem de pescado mais farelo de arroz desengordurado (FSP+FAD).

O restante do filtrado obtido, após a prensagem, foi centrifugado em centrífugas de copos, por 15 minutos a 5000 rpm. Obtiveram-se três fases distintas: fase líquida, fase gordurosa e fase sólida (protéica) a qual foi seca pura seguindo o mesmo procedimento anterior, obtendo-se assim, uma farinha de silagem de pescado (FSP). A fase líquida após 24 horas de decantação natural, foi bombeada com uma bomba peristáltica obtendo-se um líquido claro e uma porção de líquido escuro.

A fase gordurosa permaneceu em banho-maria (37°C), com ausência de luz, durante aproximadamente 8 horas para a liberação do óleo. Este material também foi centrifugado, obtendo-se óleo e uma fração pastosa (emulsão). Ao término do processo (Figura 1) obtiveram-se então 7 frações: FSM, FSP+FAD, FSP, líquido claro, líquido escuro, óleo e uma emulsão.

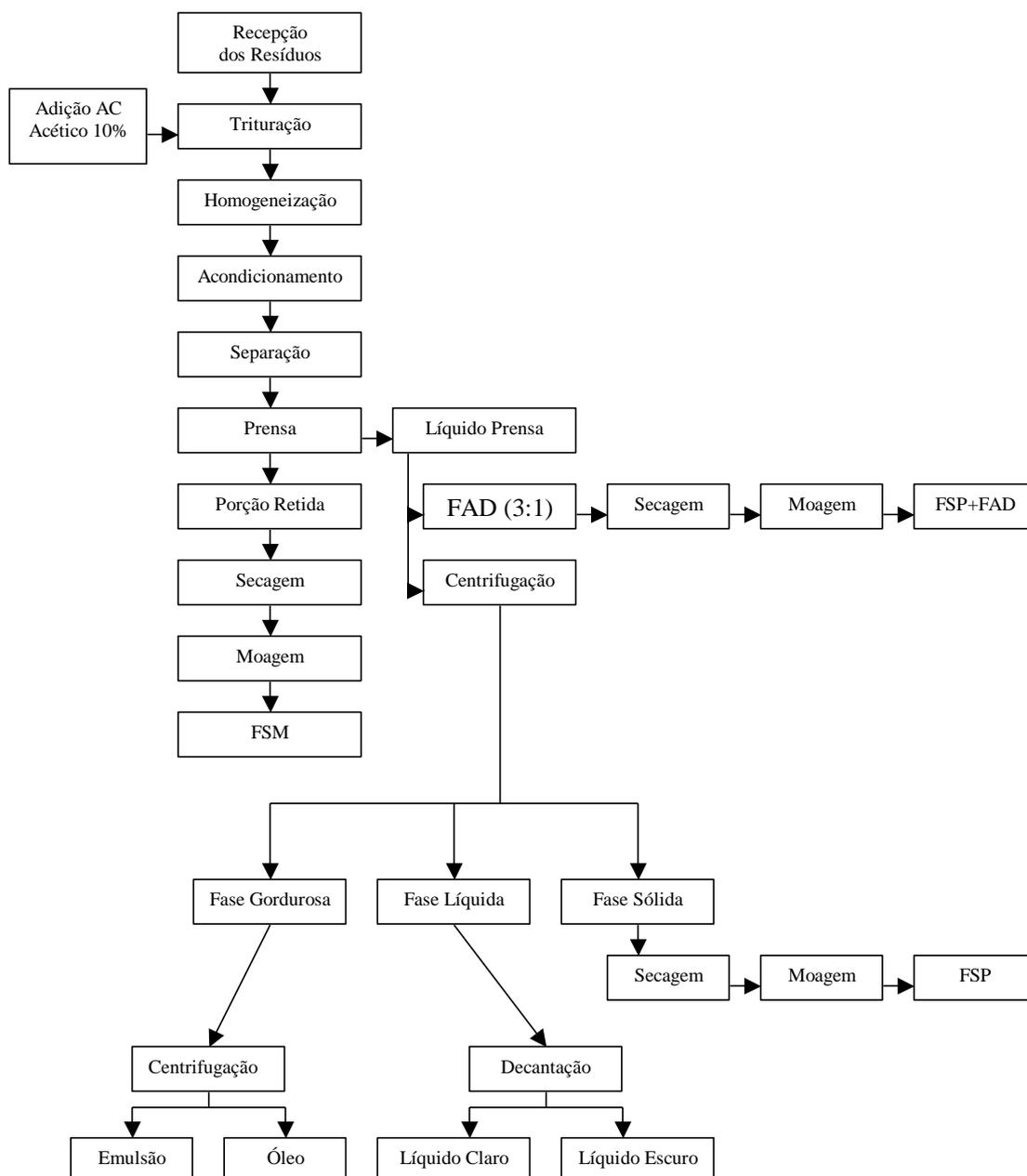


Figura 1: Fluxograma operacional do processo de silagem de resíduos de pescado, com os respectivos produtos obtidos.

Foi calculado o rendimento das três farinhas obtidas durante o processo de silagem frente ao peso total do resíduo utilizado. Foi efetuada a composição proximal: determinando-se, umidade, minerais totais, extrato etéreo e proteína bruta, segundo a A.O.A.C. (1995), na matéria-prima e nas diferentes frações obtidas no processo de silagem.

O pH da matéria-prima, das diferentes fases obtidas e da silagem foi acompanhado durante os 15 dias de processo, através de medições com pH-metro digital. A temperatura ambiente e a temperatura das silagens foram determinadas com termômetro de mercúrio.

Durante o processo de ensilado foi realizado um acompanhamento do grau de hidrólise das proteínas, através da determinação de nitrogênio solúvel. Este foi obtido precipitando-se as proteínas de 1g de amostra com o acréscimo de 10mL de água mais 10mL ácido tricloroacético (TCA) a 40%. Após repouso de 30 minutos, foi determinado no filtrado o nitrogênio solúvel pelo método de macro Kjeldahl, de acordo com o método padrão da A.O.A.C. (1995).

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), e a diferença entre as médias obtidas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade de erro Tipo I. Usou-se o pacote computacional *Statistica for Windows 6.0*.

Resultados e Discussão

Durante o processamento da silagem, a temperatura ambiente variou entre 21 e 28°C, porém a temperatura interna (do sistema de silagem) manteve-se entre 20 e 25°C, a mesma foi produzida em fevereiro de 2003, um mês de verão em nosso país, onde a temperatura ambiente estava elevada, sendo que quanto mais elevada a temperatura, mais rápida é a hidrólise das proteínas, acelerando o processo de silagem.

A Figura 2 representa a variação média de pH durante os 15 dias de processamento de silagem. Nota-se que o pH logo após a adição de ácido acético ao resíduo de pescado, estava baixo, em torno de 3,30, sendo que este valor é capaz de inibir o crescimento da maioria das bactérias patogênicas. Ao longo do processo nota-se um aumento do pH, alcançando valores médios entre 4,2 e 4,4. Este valor está abaixo do valor crítico para crescimento de bactérias patogênicas que é de 4,5, porém o valor obtido ficou próximo do crítico, podendo haver risco de contaminação da

silagem. Contudo, durante o processo de secagem da mesma, parte da flora microbiana é eliminada.

Observa-se, através da Figura 2, uma subida acentuada do pH nos três primeiros dias do processo, após houve uma pequena queda, com posterior aumento e manutenção do pH constante.

Esse aumento do pH no início da silagem se deve a liberação de água e óleo pela matéria-prima, diluindo o ácido. O valor inicial baixo (pH = 3,30) se deve à pouca homogeneização do ácido e da matéria-prima no primeiro dia do processo. Os resultados obtidos são uma média dos pHs obtidos nos diversos recipientes onde a silagem estava armazenada.

Em silagem ácida elaborada por BENITES (2003) onde os tempos de ensilado foram de 15 e 30 dias, utilizando como agente acidificante o mesmo ácido na mesma concentração (10% p/v), foram obtidos valores de pH entre 4,0 e 4,3, valores estes muito semelhante ao encontrado neste trabalho. Estudo desenvolvido por SEIBEL & SOUZA-SOARES (2003), com o tempo de ensilado de pescado de 15 dias, utilizando como agente acidificante o mesmo ácido, contudo em maior concentração (15% p/v), apresentou valores de pH entre 3,16 e 3,54.

Dados de COSTA et al. (2001), empregando o mesmo ácido a uma concentração de 17% (p/v), na silagem de pescado, mostram que o pH não foi superior a 3,5 durante todo o experimento, indicando que esta quantidade foi suficiente para a redução e manutenção de pH ácido.

Nos estudos de ESPÍNDOLA-FILHO et al. (2000), utilizando ácido acético (5% p/v), esta faixa de pH 4,5 pode ser ultrapassada, pois o objetivo da silagem foi sua utilização como fertilizante orgânico.

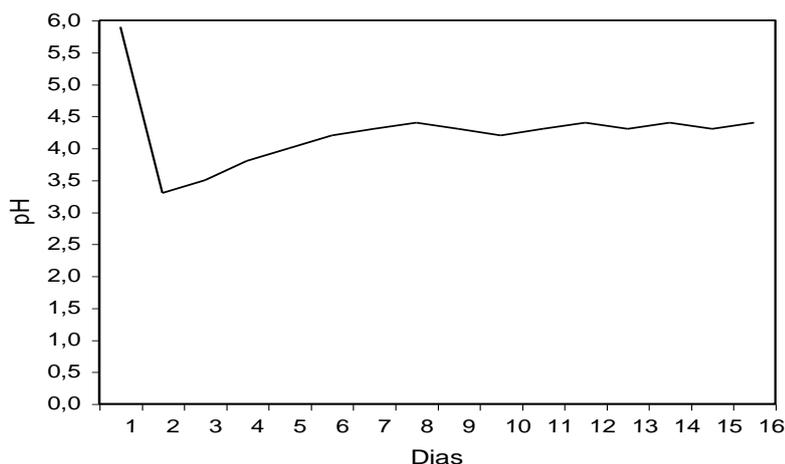


Figura 4: variação média do pH ao longo do período de silagem química

Resultados semelhantes foram observados por (SALES & MENEZES, 1998a e SALES & HOLANDA, 1998b), que observaram um aumento rápido no teor de nitrogênio solúvel até o oitavo dia do processo, seguindo uma menor variação até o final do experimento. Ao décimo quinto dia de processo, a silagem apresentou o teor de nitrogênio solúvel de 65,26%, em relação ao nitrogênio total (SANTOS & SALES, 2011).

A variação dos teores de nitrogênio solúvel resultante da hidrólise protéica pode ser visualizado na Figura 3.

Segundo BERAQUET & GALACHO (1984) o grau de hidrólise deveria aumentar com o tempo de estocagem de silagem, pois durante o processo de obtenção da mesma, as proteínas são degradadas para peptídeos de baixo peso molecular e aminoácidos livres pela ação de enzimas naturalmente presentes no pescado; conseqüentemente, a fração solúvel aumenta, ou seja, fração que não é precipitada pelo ácido tricloroacético, o que pode ser observado neste trabalho e em outros que diferem no grau, mas mantém a tendência.

Este é o caso do trabalho de COSTA et al. (2001) que empregando o mesmo resíduo de pescado, porém com média de temperatura de 17°C ao longo dos 28 dias de processo, obtiveram o teor de nitrogênio solúvel de 38,54% em relação ao nitrogênio total.

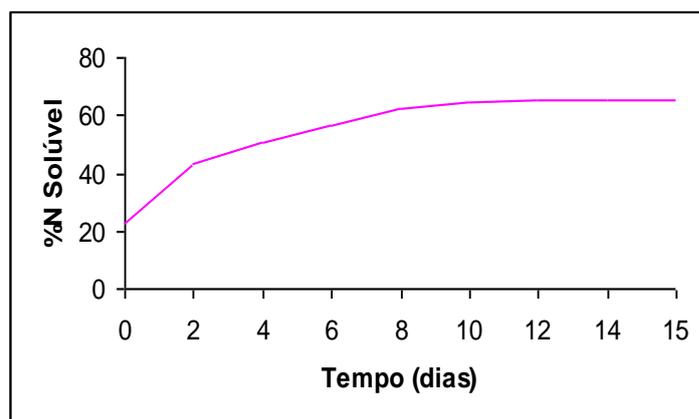


Figura 3: Teores de nitrogênio solúvel durante os 15 dias do processo na silagem de resíduo de corvina

O teor de nitrogênio solúvel obtido neste estudo foi menor do que o encontrado por TATTERSON & WINDSOR (1974), que utilizaram “sprats” (*Sprattus sprattus*) inteiro e resíduo de bacalhau. Os autores relataram que após 10 dias de estocagem (ensaios conduzidos a 23°C), o nitrogênio solúvel constituía cerca de 75% do nitrogênio total para ambos os ensilados. Acredita-se que a diferença decorra do fato de que os mesmos trabalharam com pescado inteiro e não somente com o resíduo como foi no caso do processamento realizado neste trabalho.

Elaborando silagem de tilápia (*Oreochromis niloticus*) com a utilização de ácido fórmico a 3,0%, SALES *et al.* (1992) e SALES (1995), concluíram que decorridos dez dias o processo de autólise à temperatura ambiente, a transformação de nitrogênio total a nitrogênio não protéico foi de 75,0 %.

Observa-se que, durante o processo de silagem, as proteínas são hidrolisadas pelas enzimas e o nitrogênio se torna mais solúvel, e a proteólise na pele e vísceras é maior durante as primeiras 24 horas. O teor de nitrogênio solúvel aumenta de 10,0 a 20,0 % nos primeiros dias de armazenagem a 23 °C, por exemplo. Após 10 dias, o aumento é de 75,0 %, alcançando 85,0 % decorridos os 30 dias. Depois de três dias de silagem, 50,0 % do total de nitrogênio está sob a forma não protéica e o teor de aminoácidos livres aumenta rapidamente durante os primeiros cinco dias (BACKHOFF, 1976; STONE; HARDY, 1986; SALES & OLIVEIRA, 2014).

BERAQUET & GALACHO (1984), encontraram para silagens de resíduos de pescada e de mistura de pescados uma porcentagem de

nitrogênio solúvel em relação ao total de 38%, e para silagens de resíduos de sardinha 32%, utilizando temperatura em torno 20°C, após 14 dias, valores inferiores aos encontrados nesse experimento.

Segundo MAIA JR *et al.* (1998) a liquefação leva mais de 20 dias para ocorrer e de acordo com ESPE *et al.* (1999) o resíduo composto de vísceras, fração esta rica em enzimas, solubiliza-se mais rápido do que aquele composto de frações enzimaticamente mais pobres.

A aparência da silagem foi de coloração marrom claro ao longo do período, o que também foi verificado na silagem química obtida por VALERIO (1994) e BENITES (2003).

Cada fração obtida durante o processo de produção da farinha de silagem foi analisada quanto à sua composição proximal. A Tabela 1 mostra os valores de composição proximal do resíduo e das diferentes farinhas obtidas no processo de silagem, comparadas com a farinha de pescado comercial e com o farelo de arroz desengordurado. Nota-se que o processo de secagem (24hrs a 55°C) foi eficiente, pois as farinhas FSP e FSP+FA não diferenciaram da farinha de pescado comercial, quanto aos teores de umidade, variando de 10 a 13%, valores considerados ideais segundo CUNHA (2003).

Observa-se na Tabela 1, que com a filtração e prensagem da farinha de minerais, porção expressiva de proteína ficou retida nesta fração, assim como parte dos lipídios. Essa fração possui considerável quantidade de cinzas e poderia ser usada como complemento em rações que possuem baixo teor de minerais. Observam-

se ainda que os teores de minerais da FSP e FSP+FAD são menores do que os da farinha de pescado comercial.

Observou-se que a adição de farelo de arroz, embora tenha contribuído para a diminuição do tempo de secagem, diminuiu o teor de proteínas, quando comparado com farinha de silagem de pescado (FSP). Esta apresentou valor de 67%, em base seca, sendo significativamente superior ao teor de proteínas de 52% da farinha de pescado comercial FPC, obtida em processo termomecânico industrial. O farelo de arroz possui um teor protéico (19,63 %) inferior ao resíduo de pescado (50,19 %), explicando a diminuição das proteínas nas farinhas de silagens em que foi adicionado.

O teor de lipídios da farinha de silagem de pescado seca com farelo de arroz desengordurado (FSP+FAD) apresentou-se superior (11,0 %) ao da silagem (8,34 %) pura (FSP), embora sem significação estatística, pelo fato de não ter sido realizada a centrifugação do líquido prensa. O farelo de arroz desengordurado possui um teor de 1,06% de lipídios, sendo considerado baixo, mas importante na obtenção de farinha de silagem, não interferindo na mesma com eventuais subprodutos de oxidação lipídica.

Farinha de silagem química de resíduos de Castanha (*Umbrina canosai*) com adição de ácido acético (10% p/v), obtida por BENITES (2003), apresentou composição proximal que variou entre 66,16 e 66,30 % de proteína bruta; 8,95 e 10,15 % de lipídios, 20,65 e 21,20 % de minerais.

Utilizando o método de Friel para análise de minerais em ensilados secos de resíduos de

pescado da família *Lutjanidae*, Lustosa Neto (1994), encontrou valores médios de 4,6 e 2,6 g/100g, respectivamente, para cálcio e fósforo. Trabalhando com silagem de tilápia do Nilo, Sales (1995) obteve 1,4 g/100g para cálcio e 0,92 g/100g para fósforo.

Desde que o ensilado seja ácido e a maior parte do substrato esteja liquefeito, uma grande porção de minerais deverá prontamente estar disponível para os animais (WINTER & FELTHAM, 1983).

Por outro lado, SEIBEL & SOUZA-SOARES (2003), em silagem elaborada em condições semelhantes, contudo, sem centrifugação (decantação natural) e retirada da porção óssea, a composição proximal de farinha de silagem química de resíduos de Pescada foguete (*Cynoscion guatucupa*) com adição de ácido acético (15% p/v), variou entre 46,25 e 56,68 % de proteína bruta; 13,62 e 14,45 % de lipídios, 16,01 e 18,17 % de minerais.

Segundo COSTA et al. (2001), a composição proximal de farinha de silagem química de resíduos de Corvina com adição de ácido acético (17% p/v), variou entre 59,9 e 61% de proteína bruta; 9,9 e 10,6 % de lipídios, 29,4 e 29,8 % de minerais.

Estes dados evidenciam claramente as diferenças entre as composições químicas que variam de acordo com o tipo de matéria-prima, se resíduo ou descarte, os procedimentos realizados e a época do ano.

Tabela 1: Composição proximal (%) do resíduo de pescado e das farinhas obtidas após o processo de silagem ácida.

Amostra ¹	Umidade	Proteína Bruta*	Minerais Totais*	Extrato Etéreo*
Resíduo	71,77	50,19	18,53	24,25
FARINHAS				
FSM	6,80 b ²	33,49 c	40,46 a	20,04 a
FSP+FAD	10,90 a	35,17 c	11,93 d	11,05 b
FSP	11,24 a	67,08 a	15,04 c	8,34 b
FAD	11,60 a	19,63 d	12,72 d	1,06 c
FP Comercial	10,03 a	52,69 b	35,37 b	9,94 b

* base seca média de 3 repetições

¹ FSM = Farinha de minerais, FSP+FAD= Farinha de silagem de pescado mais farelo de arroz desengordurado, FSP= Farinha de silagem de pescado e FP Comercial= Farinha de pescado comercial; ² Letras minúsculas distintas na coluna indicam diferença significativa pelo teste de Tukey (p<0,05).

Na Figura 4 estão representados os valores de composição química e de pH das frações obtidas após a centrifugação do líquido prensa, onde se pode notar que em relação ao pH, as frações líquidas foram semelhantes.

A fase gordurosa, considerada fração lipídica, apresentou teor de 73,57% de lipídios, porém contendo um alto conteúdo de umidade (23,72%) e baixo teor de proteínas (4,95%). As frações, emulsão e óleo, são o resultado de nova centrifugação da fase gordurosa, separando o óleo

(97%) com teores de umidade, cinzas e proteínas muito baixos. Nota-se que a emulsão, apresentou um elevado teor de umidade (53,99%), possuindo 10,97% de proteínas e 30,49% de lipídios.

Após decantação, as duas frações obtidas somente apresentaram diferença quanto aos valores de lipídios e proteína havendo teores maiores dos mesmos no líquido escuro, explicando assim a diferença de coloração e densidade maior do que o do líquido claro.

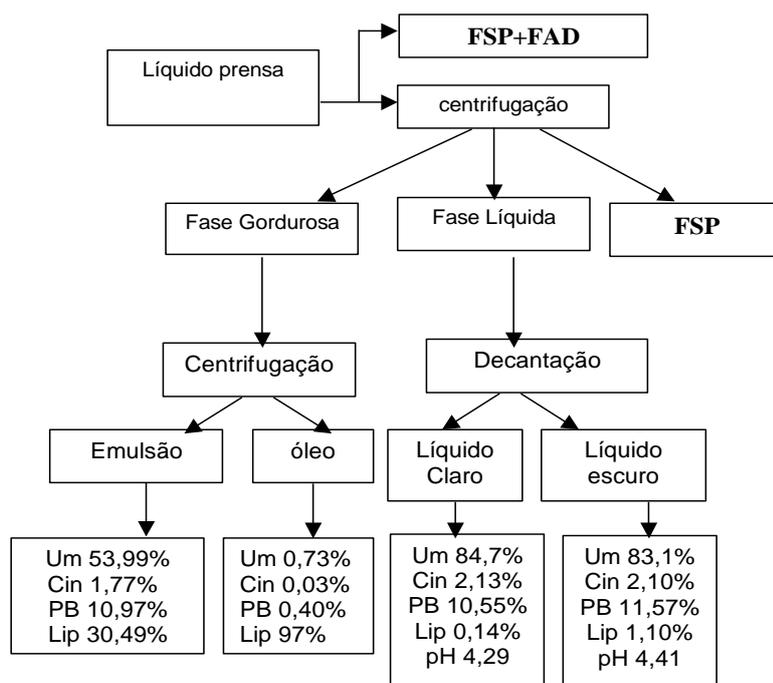


Figura 4: Composição química e pH das frações após centrifugação do líquido prensa.

SALES (1995) observou uma diferença não significativa da porcentagem dos ácidos graxos no início do processo, e concluiu pela estabilidade da ação das lipases lisossômicas e das lipases de origem microbiana, que foram muito baixas nas condições em que se deu o processo de armazenamento da silagem, por 180 dias à temperatura ambiente. Este fato também foi observado por outros autores (GJEFSSEN & LYSO, 1979), os quais informam que altos índices de ácidos graxos são impróprios para o crescimento animal.

O rendimento do processo em relação às farinhas obtidas foi calculado como a razão entre a

Estes resultados de rendimento foram semelhantes aos encontrados por BENITES (2003), que realizou estudos caracterizando resíduos de Castanha (*Umbrina canosai*), obtendo

quantidade do produto obtido e a quantidade de matéria-prima utilizada (145Kg de resíduo). Considerando-se que a umidade da matéria-prima é de aproximadamente 72%, a utilização real foi de 28%, ou seja, esta proporção da matéria-prima foi convertida em FSM, FSP e FSP+FAD onde se utilizou 10Kg de FAD para a secagem, o qual foi descontado para o cálculo do rendimento. Foi realizado, outro cálculo, que se levou em consideração à quantidade real de matéria-prima empregada. A Tabela 2 apresenta os valores de rendimento para as diferentes farinhas obtidas, bem como o aproveitamento real da matéria-prima.

valores de 30,12% para a farinha de minerais e de 14,31% para a farinha de silagem de pescado. Somando-se os valores obtidos de FSP e FSP+FAD, atingiu-se um rendimento de 32,13%.

Tabela 2: Rendimento das diferentes farinhas obtidas no processo de silagem

<i>RENDIMENTO %</i>		
Farinhas ¹	Obtido	Real
FSM	9,31	33,25
FSP+FAD	4,25	17,11
FSP	4,21	15,02

¹ FSM = Farinha de minerais, FSP+FAD= Farinha de silagem de pescado mais farelo de arroz desengordurado, FSP= Farinha de silagem de pescado.

Rendimento semelhante foi encontrado por LUSTOSA-NETO et al. (2002), que realizou estudos de caracterização tecnológica em Tilápia, obtendo valores de 32,36% de rendimento de farinha de silagem biológica, superando o valor de 30% obtido para farinha de pescado. SEIBEL & SOUZA-SOARES (2003) encontraram rendimentos de 25% para a parte sólida (farinha) da silagem ácida de resíduo de pescada foguete.

Conclusões

A hidrólise proteolítica, o pH e o tempo de 15 dias foram efetivos nas condições experimentais utilizadas para a obtenção de silagem ácida de resíduo de pescado;

A conduta tecnológica de retirada do material ósseo no final do processo de silagem foi eficaz, resultando na obtenção de uma farinha de silagem de pescado (FSP) com menor conteúdo de minerais totais (15,0%) e outra (FSM) com alto teor dos mesmos (40%);

As proteínas presentes na matéria-prima ficaram distribuídas no produto final e parte retida na farinha de minerais e nas frações líquidas,

permitindo a obtenção de farinha de silagem de resíduo de pescado (FSP) com alto teor de proteína bruta (67%), e mista, contendo farelo de arroz desengordurado (FSP + FAD) com 35% de proteínas.

Referências Bibliográficas

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS 1995. Official methods of analysis. Editora Arlington. 16^a ed., Virginia, USA.

BENITES, C.I. 2003. Farinha de silagem de resíduos de pescado: Elaboração, complementação com farelo de arroz e avaliação biológica em diferentes espécies. Dissertação de Mestrado em Engenharia e Ciência de Alimentos, FURG. Rio Grande, Rio Grande do Sul. 168 p.

BERAQUET, N.J.; GALACHO, S.A.A. Composição, estabilidade e alterações na fração protéica e no óleo de ensilados de resíduos de peixe e de camarão. **Col. ITAL.** v. 13, p.149-223, 1983.

- BERAQUET, N.J. & GALACHO, S.A.A. 1984. Composição, estabilidade e alterações na fração protéica e no óleo de ensilado de resíduos de peixe de camarão. **Coleção ITAL**. Campinas. n.13, p. 149-174.
- COSTA, C.S., SCHOFFEN, D.B. & SILVA, L.A. 2001. Estudo do processamento de silagem e da possibilidade de sua implantação industrial. Trabalho Final de Graduação. Engenharia de Alimentos, FURG. Rio Grande, Rio Grande do Sul, 112p.
- CUNHA, D.C. 2003. Estudo do fracionamento físico via “winterização” do óleo de pescado. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Alimentos, FURG. Rio Grande, Rio Grande do Sul, 122p.
- ESPE, M., HAALAND, H. & NJAA, L.R. 1999. Fish silage prepared from different cooked and uncooked raw materials: chemical changes during storage at different temperatures. **Journal of the Science of Food Agriculture**, 79, p. 327 – 332.
- ESPÍNDOLA FILHO, A., OETTERER M. & TRANI, P.E. 2000. Processamento agroindustrial de resíduo de peixe, camarões e mexilhões e ostras pelo sistema cooperativo em: setor de pescado, Work Shop – Tecnologia de pescado, ITAL, p.16.
- FERNANDES, J.B.K., CARNEIRO, D.J. & SAKOMURA, N.K. 2000. Fontes e níveis de proteína bruta em dietas para alevinos e pacu (*Piaractus mesopotamicus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.3, p.646-653.
- HOSSAIN, M.A., NAHAR, N. & KAMAL, M. 1997. Nutriente digestibility coefficients of some plant and animal proteins for rohu (*Labeo rohita*). **Aquaculture**. 151, p.37-45.
- INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS - IBAMA. 2002. Relatório do desembarque de pescados no Rio Grande do Sul. Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal (MMA), Rio Grande.
- LUSTOSA-NETO, A.D., NUNES, M. L., BARBOSA, J.M., MATOS, S.R.M., KOTAKI, S. H. & BASÍLIO, F.F.F. 2002. Caracterização tecnológica da tilápia chitralada visando um aproveitamento integral e de alta rentabilidade. In: XVIII Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos – CBCTA 2002. Anais...
- MAIA JR., W.M., NUNES, M.L., FIGUEIREDO, M.J. & BRAGAGNOLO, N. 1998. Caracterização da fração lipídica de silagens de resíduo de tilápia para utilização em rações para a aquicultura. Anais do Aquicultura Brasil, v. 2, p.55-62.
- MIRANDA, M.R.J. & MAGGI, R.C. 1991. Utilización de desechos sólidos de la industria pesquera. Ver. Alimentación equipos y tecnologia. Junio, p. 89-94.
- OCKERMAN, H.W. & HANSEN, C.L. 1994. Industrialización de subproductos de origen animal. Editora Acribia, Zaragoza, España,
- OGAWA, M. & MAIA, E.L. 1999. Manual de Pesca. São Paulo, SP. Ed. Livraria Varela, 332p.
- OGRODOWSKI, R., WENDT, R., TREICHEL, H. & SARAIVA, C. 1999. “Estudo de um biorreator tipo tambor rotativo para o enriquecimento protéico do farelo de arroz”. Projeto de Graduação – Engenharia de Alimentos, FURG. Rio Grande.

OLIVEIRA, A.L.T.; SALES, R.O.; FREITAS, J.B.S.; LIMA LOPES, J.E. Alternativa sustentável para descarte de resíduos de pescado em Fortaleza. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, v. 06, n. 2, p. 1-16, jul-dez, 2012.

PEZZATO, L.E., MILANESE, C., BARROS, M.M., CARROTE, C.R. & PEZZATO, A.C. 1995. Estabilidade química de dietas para organismos aquáticos confeccionadas com aglutinantes nutritivos. **Boletim do Instituto de Pesca**. São Paulo, v.22, n.1, p.125-131, jan/jun.

SALES, R.O.; OLIVEIRA, A.C.; GUIMARÃES, J.L. Elaboração do Autolisado Ácido (Silagem Ácida) de Tilápia (*Oreochromis niloticus*) e Acompanhamento do Processo de Autólise. **In: III MOSTRA INTERNA DE TRABALHOS CIENTÍFICOS EM ANDAMENTO NA FEA/UNICAMP**, 1993, Campinas - SP. III Mostra de Trabalhos Científicos da FEA / UNICAMP - SP. Campinas - SP: Faculdade de Engenharia de Alimentos - FEA - UNICAMP, 1993a. v. 02. p. 717-723.

SALES, R.O. ; OLIVEIRA, A.C.; GUIMARÃES, J.L. Avaliação Nutricional da Silagem Ácida de Tilápia. II Efeito da Complementação Protéica da Dieta Comercial com a Silagem.. **In: III MOSTRA INTERNA DE TRABALHOS CIENTÍFICOS EM ANDAMENTO NA FEA/UNICAMP**, 1993, Campinas - S.P.. III Mostra interna de trabalhos científicos FEA/UNICAMP - SP. Campinas - S.P.: Faculdade de Engenharia de Alimentos, 1993b. v. 02. p. 712-716.

SALES, R.O.; OLIVEIRA, A.C.; GUIMARÃES, J.L. Avaliação nutricional da silagem Ácida da Tilápia. I - Determinação da relação da eficiência protéica líquida e coeficiente de eficiência alimentar. **In: III MOSTRA INTERNA DE TRABALHOS CIENTÍFICOS EM ANDAMENTO NA FEA/UNICAMP**, 1993, Campinas - SP. III Mostra interna de trabalhos científicos na FEA/UNICAMP - SP. Campinas - SP: Faculdade de Engenharia de Alimentos, 1993c. v. 02. p. 707-711.

SALES, R.O. **Processamento, caracterização química e avaliação nutricional da silagem da despesca da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) em dietas experimentais com ratos**, 1995. 174p. Tese (Doutorado) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1995.

SALES, R.O. **Caracterização química e avaliação nutricional da silagem da despesca da tilápia do Nilo (*Oreochromis (Oreochromis) niloticus* (Linnaeus) em dietas experimentais com ratos**. 1995. Tese de Doutorado (Tecnologia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1995.

SALES, R.O.; OLIVEIRA, A.C.; GUIMARÃES, J.G.L. Elaboração de autolisado ácido (silagem) de tilápia (*Sarotherodon niloticus*) e acompanhamento do processo de autólise. **In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS**, 13. São Paulo. **Resumos...** p 130, 1992.

SALES, R.O.; MENEZES, M.A.S. Conteúdo de Nitrogênio Alfa Amínico na Elaboração e Acompanhamento do Processo de Autólise da Silagem Ácida da Despesca da Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **In: XVII ENCONTRO UNIVERSITÁRIO DE INICIAÇÃO À PESQUISA**, 1998, Fortaleza - CE. XVII ENCONTRO UNIVERSITARIO DE INICIAÇÃO A PESQUISA. Fortaleza - CE: Editora da Universidade Federal do Ceará, 1998a. v. 01. p. 976.

SALES, R.O.; HOLANDA, L.A. Elaboração e Determinação das Bases Voláteis Totais da Silagem Ácida da Despesca da Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **In: XVII ENCONTRO UNIVERSITÁRIO DE INICIAÇÃO À PESQUISA**, 1998, Fortaleza - CE. XVII ENCONTRO UNIVERSITARIO DE INICIAÇÃO À PESQUISA. Fortaleza - CE: Editora

da Universidade Federal do Ceará, 1998b. v. 01. p. 977.

SALES, R.O.; OLIVEIRA, A.C. de Influência da silagem ácida de despesca da tilapia do Nilo (*Oreochromis niloticus*, L.) em rações para suínos nas fases de crescimento e terminação determinados com ratos (*wistar*) em crescimento. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, v. 8, n. 1, p. 19-36, jan-març, 2014 <http://dx.doi.org/10.5935/1981-2965.20140002>

SANTOS, N. F. & SALES. R. O. Avaliação da qualidade nutritiva das silagens biológicas de resíduos de pescado armazenada por 30 dias e 90 dias em temperatura ambiente. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**. v.5, n. 1, p. 01 – 11, 2011. 16p. <http://dx.doi.org/10.5935/1981-2965.20110001>

SEIBEL, N.F. & SOUZA-SOARES, L.A. 2003. Produção de silagem química com resíduo de pescado marinho. **Brazilian Journal of Food Technology**. v.6, n.2, p.333-337, jul/dez.

TATTERSON, I.N. & WINDSOR, M.L. 1974. Fish Silage. **Journal of the Science of Food Agriculture**. 25, p. 369-379.

SOARES C. M. et al. Substituição da proteína do farelo de soja pela proteína do farelo de canola em dietas para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) na fase de crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.4, p.1172-1177, 2001. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S151635982001000500006&lng=en&nrm=iso&tlng=pt. Doi: 10.1590/S1516-35982001000500006.

VALÉRIO, C.R. 1994. Elaboração de silagem enzimática de pescado como alternativa ao processo tradicional. Dissertação de Mestrado, ESALQ-USP, Piracicaba. 102p.

VIDOTTI, R.M., CARNEIRO, D.J. & VIEGAS, E.M.M. 2002. Acid and fermented silage characterization and determination of apparent digestibility coefficient of crude protein protein for Pacu (*Piaractus masopotamicus*). **Journal of the World Aquaculture Society**, v.33, n.1, p. 57-62.