

PADRÕES FÍSICO-QUÍMICOS E RENDIMENTO DE SILAGEM ÁCIDA DE TILÁPIA

Margarida Maria Monteiro VASCONCELOS^{1*}; Maria do Socorro Chacon de MESQUITA²
& Sara Pinto ALBUQUERQUE³

¹Curso de Engenharia de Pesca, Universidade Federal do Piauí - UFPI

²Departamento de Obras Contra as Secas - DNOCS

³Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Estado do Ceará - FUNCAP

*email: guidamv@hotmail.com

Recebido em 20 de setembro de 2010

Resumo - Investigou-se o rendimento e o comportamento dos componentes químicos do processo de elaboração de silagem química a partir do uso de resíduos de filetagem de tilápia do Nilo, usando-se ácido acético glacial (6%) e adição de ácido cítrico (1%) como antioxidante. Realizou-se análises de umidade, proteína, lipídeos, cinzas e cálcio, além do monitoramento do pH e temperatura na silagem resultante. Durante 34 dias de observação a silagem ácida resultante originou um produto homogêneo e pastoso de coloração castanha e odor ácido, com um rendimento de 9,86% em função do peso do peixe inteiro e pH de 4,24 sob temperatura estável de 29°C. Os constituintes químicos presentes nas amostras dos resíduos de tilápia *in natura* comparados com aqueles decorrentes da silagem no decorrer do processo do 1^o ao 34^o dias e após secagem e desengorduramento parcial, de um modo geral, concentraram seus valores ao final do 34^o dia, exceto umidade (1,71%) e cálcio (2,49 mg 100g⁻¹) que apontaram comportamento inverso. A proteína foi o mais expressivo componente com um valor de 50,50% na silagem seca e parcialmente desengordurada. Os níveis lipídicos e de cinzas variaram em todos os tempos estudados com tendência a diminuição ao longo do processo para os lipídeos (26,49% para 13,25%) e um pronunciado aumento para cinzas de 6,60% para 36,82%.

Palavras-Chave: resíduos, aproveitamento, avaliação físico-química, peixe.

PHYSICAL CHEMISTRY STANDARDS AND PERFORMANCE OF TILAPIA ACID SILAGE

Abstract - The output and chemical components valuation of silage process were investigated. The silage process was made by waste from Nile tilapia filleting, using glacial acetic acid to 6% within addition citric acid to 1% as antioxidant. Moisture, protein, fat, ash and calcium of silage samples were analyzed, as well as monitoring of pH and temperature. During 34 days of observation the acid silage resulted in a homogeneous brow product and acid flavor, with 9.86% output in function of whole fish weight and pH of 4.24 in stable temperature of 29 ° C. In general, the chemical constituents in the waste samples from *in natura* tilapia compared with those from the silage during the proceedings (1st to 34^o days) and after drying and degreasing partial, concentrated their values at the end (34th day), except moisture (1.71%) and calcium (2.49 mg 100g⁻¹) that indicated inverse behavior. Protein was the most expressive compound (50.50%) in dry silage partially defatted. Lipid and ash levels varied at all times studied with a tendency to decrease over the process for the first (26.49% to 13.25%) and pronounced tendency of increase for the second (6.60% to 36.82%).

Keywords: wastes, use, physical chemistry evaluation, fish.

Trabalho financiado pela Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Estado do Ceará - FUNCAP

INTRODUÇÃO

A produção total de peixes no mundo no tocante a captura e aquicultura, conforme Nomura (2010), apresentou crescimento no período 2006-2008, passando de 137 milhões de toneladas, em 2006, para 143 milhões de toneladas em 2008, sendo observado que, em geral, 80% dessa produção ocorrem em países em desenvolvimento. De acordo com Castello (2010) o Brasil pesca no mar cerca de 580 mil toneladas por ano.

A costa marítima brasileira estende-se por 8.400km e os reservatórios de águas continentais representam 5.500.000 hectares do território nacional, condições estas favoráveis ao desenvolvimento das mais diversas modalidades de aquicultura (Crepaldi *et al.*, 2006; Camargo & Pouey, 2005). A produção total da aquicultura no Brasil foi em 2008 de 365.367 t, e de 415.649 t em 2009, representando um incremento de 13,8% no período, sendo atribuído este crescimento principalmente à piscicultura que, neste biênio, passou de 282.008 t para 337.353 t (BRASIL, 2009). Do total produzido pela piscicultura nacional, uma grande parcela é atribuída ao cultivo de carpas, trutas e tilápias, sendo o restante distribuído entre as outras espécies de peixes tropicais de água doce como o tambaqui (*Colossoma macropomum*), pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e o surubim (*Pseudoplatystoma coruscans* (Crepaldi *et al.*, 2006).

A produção de tilápias, em 2009, representou 39% do total de pescado proveniente da piscicultura continental (Brasil, 2009). De acordo com Santa Rosa (2009) essa espécie se destaca por apresentar um manejo simples, adaptação às condições climáticas e apresentar um custo de produção relativamente baixo, além do que sua carne é de boa qualidade, com filé magro, sem espinhos entremeados e de ótima aceitação pelo mercado consumidor tanto nacional como internacional.

Os processos de comercialização e industrialização do pescado para o consumo humano no mundo aproveitam de 25% a 70% da matéria-prima como produtos comestíveis. As partes não aproveitáveis perfazem 20 milhões de toneladas e a essas são somados o volume de resíduos gerados pelas plantas beneficiadoras aliado a uma quantia considerável da pesca que não é aproveitada para o consumo humano, como os peixes de baixo valor comercial, assim como também pelo descarte do pescado recusado pela Inspeção Federal/ Estadual nos entrepostos de comercialização *in natura* (Oetterer, 1993/94; Souza *et al.*, 1999 e Viegas, 2002). Para Santa Rosa (2009) o aproveitamento dos resíduos gerados por estas indústrias surge como uma alternativa para tornar o setor mais sustentável ao longo da cadeia produtiva, trazendo melhorias sociais, econômicas e ambientais.

Stori (2000) informa que desde que adequadamente tratados, esses resíduos, apesar de potencialmente contaminados, devido a falhas de manipulação, podem constituir rica fonte

nutricional para consumo animal e humano, com teores médios na matéria seca contendo 53,6% proteínas e 20,1% de lipídeos.

Secco, Stéfani & Vidotti (2002) apresentaram vários estudos sobre a possibilidade do uso de ingredientes alternativos em substituição à farinha de peixe em dietas de organismos aquáticos, tais como a silagem de peixe produzida a partir de resíduos da filetagem de tilápias e do descarte de peixes inteiros. A silagem a partir do pescado inteiro ou do material residual, segundo Kompang (1981), pode ser obtida através da ação de ácidos (silagem ácida) ou por fermentação microbiana induzida por carboidratos (silagem microbiológica). Borghesi, Ferraz de Arruda & Oetterer (2007) sugerem que a análise da composição química da silagem seja realizada antes de seu uso como ingrediente em rações, devido a grande variação de composição da matéria-prima utilizada (espécie, sexo, época do ano).

Vidotti *et al.* (2002) elaborando silagem ácida a partir do uso de ácido fórmico e sulfúrico observaram altos conteúdos de umidade e baixos níveis de gordura e cinzas. Seibel & Souza-Soares (2003) aplicaram tratamentos distintos à formulação de silagem ácida elaborada com 15% de ácido acético glacial em função do uso de antioxidante e acompanharam os padrões microbiológicos no decorrer do tempo de estocagem. Beerli, Beerli & Logato (2004) formularam uma silagem usando quantidades distintas de ácido muriático e estudaram os padrões químicos entre os tratamentos aplicados. Oliveira *et al.* (2006) analisaram os padrões bromatológicos, físico-químicos e microbiológicos da silagem ácida de resíduo de tilápia elaborada com 3% de ácido fórmico. Boscolo *et al.* (2010) avaliaram a qualidade da silagem ácida de resíduos de tilápia elaborada com 5% de ácido acético, em função do tempo de estocagem de 201 dias. Para Espindola Filho (2002) os resíduos agroindustriais provenientes do processamento de peixes podem substituir a farinha de peixe na formulação de rações, pois reduzem a necessidade de misturas com premix mineral e outros componentes essenciais.

A presente pesquisa propõe-se a realizar o acompanhamento dos padrões físico-químicos e a análise do rendimento do processo de elaboração de silagem ácida de resíduos de tilápia, *Oreochromis niloticus*, obtidos a partir do processamento da espécie cultivada na região norte cearense, no decorrer de 34 dias, com a finalidade de viabilizar seu emprego na suplementação alimentar de peixes confinados.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram adquiridos 15 exemplares de tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*, provenientes de cultivos em tanques-rede no açude Ayres de Souza (Jaibaras), município de Sobral/CE, com peso médio de 0,600 kg, devidamente estocados em gelo, temperatura média de $10,57^{\circ}\text{C} \pm 0,30$ e pH médio de $7,08 \pm 0,02$. Os exemplares foram encaminhados à Planta Piloto de Carnes e Pescado da

Faculdade de Tecnologia do CENTEC/Sobral - CE onde foram submetidos ao processo de filetagem contornando o opérculo conforme a metodologia descrita por Sousa (2002). Os resíduos resultantes, cabeças, peles, nadadeira, vísceras, carcaça sem carne e escamas, foram triturados, homogeneizados e transferidos para recipiente de polietileno. Retirou-se 200g para realização das análises físico-químicas do resíduo *in natura* e ao restante dos resíduos adicionou-se 1% de ácido cítrico com posterior homogeneização. Após repouso por 20 minutos, foi adicionado ao produto 6% de ácido acético glacial, o mesmo foi homogeneizado e após homogeneização foi retirada uma alíquota de 200g para realização das análises físico-químicas (umidade, proteína, lipídeos e minerais) e monitoramento da temperatura e pH iniciais.

O recipiente de polietileno contendo a silagem foi envolvido em filme plástico de cor escura, visando proteção contra problemas oxidativos, e estocado sob temperatura ambiente ($28,00^{\circ}\text{C} \pm 0,50$). No decorrer de 34 dias foram realizados acompanhamentos diários dos parâmetros físicos de pH e temperatura, observações das características sensoriais como cor, grau de liquefação e odor e a cada dezessete dias foram colhidas amostras para análises físico-químicas. No 34º dia, a silagem ácida resultante foi pesada e submetida ao processo de filtragem simples utilizando-se filtro de algodão para a separação da porção graxa líquida, porção essa desprezada após a filtragem. Da silagem parcialmente desengordurada e pesada, coletou-se uma amostra para as análises físico-químicas e, em seguida, o produto foi seco em estufa a 105°C por 12 horas. Depois de resfriada sob temperatura ambiente, a silagem desengordurada e seca foi pesada, moída em moinho martelo com disco de perfuração de 2,5mm, embalada em sacos plásticos devidamente etiquetados e estocada em local seco e arejado.

Os valores de pH e temperatura, verificados durante os 34 dias de pesquisa tanto no resíduo triturado *in natura* como no decorrer do desenvolvimento da silagem, foram analisados em duplicata com uma repetição utilizando-se um potenciômetro e um termômetro digital. As análises físico-químicas de umidade, lipídeos e minerais foram realizadas segundo os padrões descritos pela A.O.A.C (1990). A determinação de cálcio foi obtida com o auxílio um fotômetro modelo 910. As análises de proteína das amostras foram realizadas pelo método de Nessler (Cataldo, Schrader & Youngs, 1974), com leitura feita em espectrofotômetro a 410nm. As análises físico-químicas foram realizadas em triplicata com uma repetição.

Os dados obtidos dos parâmetros físico-químicos foram submetidos a uma análise de variância (ANOVA) de um fator ao nível de 1% de significância. Foi utilizado o teste de comparação múltipla, de Tukey, com o propósito de se detectar possíveis diferenças entre os dados analisados. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do software *Origin Statistical*.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O processo de filetagem de tilápia, *Oreochromis niloticus*, originou 6,10 kg de resíduos, correspondendo a 67,78% do peso total do peixe inteiro conforme indicado na Tabela 1. A diminuição de peso no decorrer do processo de silagem foi pronunciada, notadamente quando comparado o peso final da silagem seca e parcialmente desengordurada (0,75 kg), com o peso do peixe inteiro (9,00 kg), resultando em 9,86% de rendimento. Seibel & Souza-Soares (2003) avaliando o rendimento da parte sólida de silagem ácida de pescado marinho contendo 15% de ácido acético glacial, indicaram um rendimento 25,46% da parte sólida final, valor este acima daquele indicado na presente pesquisa (9,86%).

Tabela 1. Rendimento do processo silagem ácida a partir de resíduos de tilápia, *Oreochromis niloticus*, em função do peixe inteiro.

Descrição	Peso (kg)	%
Peixe inteiro	9,00	100,00
Resíduos <i>in natura</i>	6,10	67,78
Resíduos triturados	5,81	64,56
Silagem úmida	2,93	37,30
Silagem úmida e parcialmente desengordurada	1,79	21,42
Silagem seca e parcialmente desengordurada	0,75	9,86

A coloração inicial dos resíduos, antes e após adição do ácido acético glacial para a evolução da silagem variou do vermelho acinzentado, natural de resíduos de peixe *in natura*, para cinza esbranquiçada. Beerli, Beerli & Logato (2004) analisando a coloração inicial e final de silagem ácida de resíduos de truta, usando ácido muriático em diferentes proporções, verificaram que a coloração inicial da massa homogênea passou de marrom com tons avermelhados para marrom-claro ao final do processo.

Passadas as primeiras 24 horas, observou-se com a liquefação além da cor cinza, um acentuado odor ácido. Este aspecto, conforme Ferraz de Arruda (2004), é atribuído à contínua hidrólise protéica que acontece na silagem devido à ação das enzimas proteolíticas naturalmente presentes no pescado, principalmente nas vísceras. Ao longo dos 34 dias de observação o processo de hidrólise foi sendo acentuado dando origem a uma massa homogênea e pastosa, de tonalidade castanha e aroma forte e ácido. Tais características estão de acordo com aquelas descritas por Andriguetto *et al.* (1990), para silagem química de tilápia ou de outras espécies de pescado.

A Tabela 2 indica que no tempo inicial a temperatura da silagem química foi de 17,98°C, leitura essa abaixo daquela indicada para temperatura ambiente (28,00°C ± 0,50) em virtude da

estocagem em gelo das tilápias utilizadas para obtenção dos resíduos, no entanto verificou-se um aumento a partir desse tempo de 29,66°C, para 29,86°C no 17^o dia e uma diminuição para 29,20°C no 34^o dia. Segundo Raa & Gildberg (1982), o aumento da temperatura ocorre pelo fato da reação de hidrólise gerar desprendimento de calor característico nas reações exotérmicas.

Tabela 2. Níveis médios de pH e temperatura da silagem ácida de tilápia *Oreochromis niloticus* em diferentes tempos de amostragem.

Tempo (dias)	pH	Temperatura (°C)
Inicial	4,03 ± 0,02	17,98 ± 0,40
1 ^o	4,41 ± 0,01	29,66 ± 0,10
17 ^o	4,34 ± 0,01	29,86 ± 0,10
34 ^o	4,24 ± 0,01	29,20 ± 0,00

Notação: os valores a direita da média referem-se aos respectivos desvios padrão.

O nível inicial de pH de 4,03, conforme a Tabela 2, sofreu variações durante o processo, chegando a alcançar pico de 4,41 no 1^o dia e posteriormente foi decrescendo até o 34^o dia (4,24), comportamento esse semelhante àqueles citados por Ferraz de Arruda (2004) e Borghesi (2004). Para Carvalho *et al.* (2006) o pH ácido diminui ou impede o crescimento de bactérias indesejáveis que causam a decomposição anaeróbica de proteínas e a putrefação. Em pesquisa similar realizada por Seibel & Souza-Soares (2003), elaborando silagem ácida com 15% de ácido acético glacial e antioxidante BHT, os autores observaram valores de pH variando entre 3,10 a 3,81. Valores esses abaixo do encontrado nesta pesquisa, devido provavelmente ao menor percentual de ácido acético glacial usado (6%).

Conforme Oetterer (2002) a estabilidade da silagem dependerá da manutenção do pH abaixo de 4,5 sendo, o que permite manter a silagem por mais de um ano sob temperatura ambiente. O presente trabalho apresentou níveis de pH dentro dos padrões indicados pelo autor referido, até do 34^o dia em temperatura ambiente.

Os resultados obtidos quanto aos componentes físico-químicos do processo de obtenção da silagem nas amostras de resíduo *in natura* e de silagem em tempos no 1^o, 17^o e 34^o dias, estão dispostos na Tabela 3.

Excetuando-se os níveis de umidade e cálcio todos os demais constituintes químicos concentraram seus valores ao final do 34^o dia na silagem seca parcialmente desengordurada.

Não foram observadas diferenças significativas quanto ao nível de umidade entre os teores indicados para resíduos *in natura* e para, silagens entre os dias 1^o e 17^o, com valores variando entre 67,25% (17^o dia) e 67,92% (1^o dia). Porém houve uma diminuição de umidade do 17^o dia de

67,25%, para 63,66% no 34^o dia, diminuição essa significativamente ($p < 0,01\%$) menor na silagem seca e desengordurada (1,71%) devido a retirada da água pelo processo de secagem. Os resultados

Tabela 3. Médias das análises físico-químicas das amostras de resíduos *in natura* e de silagem ácida de tilápia, *Oreochromis niloticus*, em função do tempo do processo (g 100⁻¹g de base seca).

Descrição	Resíduos <i>In natura</i>	1 ^o dia	17 ^o dia	34 ^o dia	Silagem seca e parcialmente desengordurada
Umidade (%)	67,87 ^a ± 0,34	67,92 ^a ± 0,33	67,25 ^a ± 0,06	63,66 ^b ± 0,32	1,71 ^c ± 0,12
Proteína (%)	20,78 ^a ± 0,44	41,70 ^b ± 0,42	40,45 ^c ± 0,21	40,81 ^c ± 0,62	50,50 ^d ± 0,70
Lipídeo (%)	9,48 ^a ± 0,67	26,49 ^b ± 0,24	22,97 ^c ± 0,68	23,83 ^d ± 0,86	13,25 ^e ± 0,16
Cinzas (%)	8,26 ^a ± 0,47	6,60 ^b ± 0,46	7,08 ^b ± 0,10	8,67 ^a ± 0,18	36,82 ^c ± 0,18
Ca (mg 100g ⁻¹)	5,86 ^a ± 0,36	4,53 ^b ± 0,43	5,46 ^a ± 0,55	4,80 ^b ± 0,06	2,49 ^c ± 3,32

Notação: Valores semelhantes numa mesma linha indicam médias estatisticamente iguais ao nível de $P < 0,01\%$.

acima citados estão distintos daqueles sugeridos pela literatura: Maia Jr. (2003) indica um teor de 10,48% em silagem parcialmente desengordurada em pó; Ferraz de Arruda *et al.* (2006) reportou, em matéria seca da silagem química, 21,68% de umidade; Carvalho *et al.* (2006) obtiveram 48,87% em silagem de resíduos de tilápia, adicionada de farelo de trigo e, Ferraz de Arruda (2004), apontou 78,32g/ 100g de umidade em silagem de resíduos de tilápia utilizando a mistura dos ácidos propiônico e fórmico (1:1) na proporção de 3%.

Os valores de proteína não variaram entre amostras coletadas no 17^o e 34^o dias, apontando teores de 40,45% e 40,81%, respectivamente. O menor nível protéico foi detectado nos resíduos *in natura* (20,78%) enquanto que o mais expressivo foi indicado nas amostras de silagem desengordurada seca (50,50%) devido a uma maior concentração desse componente em consequência da perda de água por ocasião da secagem. Maia Jr. (2003) reportou um valor de 41,00% de proteína bruta em silagem de tilápia em pó parcialmente desengordurada e uma variação de 14,25% a 10,80% desse componente nos 1^o e 40^o dias, enquanto que Ferraz de Arruda *et al.* (2006) revelaram um teor desse componente de 59,27% em silagem ácida de tilápia. Borghesi (2004) apontou para silagem ácida, 54,25g/ 100g de proteína bruta enquanto Oetterer (2002) observou um teor de 35% de proteína em silagem desidratada. Muitos autores acreditam que a semelhança, como fonte protéica, da silagem com a matéria prima que lhe deu origem, demonstra seu elevado potencial para utilização na aquicultura (Borghesi, Ferraz de Arruda & Oetterer, 2007).

Os valores encontrados para lipídeos revelaram diferenças significativas em todas as amostras analisadas e no decorrer do tempo das coletas, evidenciando teores mais expressivos nas amostras referentes ao 1^o dia (26,49%) e 17^o dia (22,97%), enquanto que os menores níveis foram encontrados nas amostras dos resíduos *in natura*, de 9,48% e na silagem seca parcialmente

desengordurada, de 13,25%. Provavelmente esta diferença na concentração lipídica ao final da pesquisa deveu-se ao processo de filtragem da porção graxa no 34^o dia que promoveu a separação parcial dos lipídeos da silagem. Oetterer (2002) reportou para silagem desengordurada 0,48% de lipídeos; enquanto que Maia Jr. (2003) aponta um valor de 16,11% na silagem parcialmente desengordurada em pó e uma variação de 5,14% a 4,98% em silagens ácidas nos 1^o e 40^o dias. Ferraz de Arruda *et al.* (2006) indicaram para esse componente 18,40% em silagem ácida de tilápia. Na presente pesquisa o valor para lipídeo está abaixo dos referidos pela literatura exceto pelo padrão apontado por Oetterer (2002) para silagem desengordurada.

Não houve diferença significativa quanto aos níveis de cinzas nas amostras de resíduos *in natura* (8,26%) e na silagem no 34^o dia (8,67%), porém entre o 1^o e 17^o dia foi observado um aumento desse componente de 6,60% para 7,08%, respectivamente, chegando o mesmo a um valor de 36,82% na silagem seca parcialmente desengordurada. Esse mesmo comportamento foi reportado por Maia Jr. (2003) em silagem ácida de tilápia com valor ligeiramente abaixo em relação a presente pesquisa sendo 32,89% de cinzas em silagem seca parcialmente desengordurada, porém esse autor indica uma diminuição do componente do 1^o para o 40^o dias, de 6,13% para 3,07% comportamento inverso ao apontado na presente pesquisa. Vidotti (2001) sugere um teor de 5,13 g/100g de cinza em silagem de peixe e Oetterer (2002) refere para silagem desengordurada um valor de 3,63%, enquanto Ferraz de Arruda *et al.* (2006) indicaram um conteúdo de 19,23% de cinzas em silagem ácida de tilápia por peso seco, valor esse abaixo do obtido na presente pesquisa.

O conteúdo de cálcio apresentou uma tendência de queda ao longo do tempo, sendo reportadas variações de 5,46% no 17^o dia, 4,80% no 34^o dia e de 2,49% na silagem seca parcialmente desengordurada. No entanto, não foram observadas diferenças significativas desse mineral nas amostras de resíduos *in natura* e na silagem com 17 dias. Esse mesmo comportamento foi evidenciado com silagens do 1^o e 34^o dias. Oetterer (2002) refere para silagem desengordurada um valor de 1,42% de cálcio, já Maia Jr. (2003) apontou um teor de 15,80% em silagem seca em pó, valor esse acima do obtido nesta pesquisa.

CONCLUSÕES

A silagem ácida elaborada a partir dos resíduos de tilápia do Nilo usando 6% de ácido acético glacial, apesar do baixo rendimento, mostra-se uma ótima fonte protéica e de cinzas sendo, portanto, passível a sua aplicação como suplementação alimentar em peixes confinados.

REFERÊNCIAS

Andriguetto, J. M.; Perly, L.; Minardi, I.; Gemael, A.; Flemming, J. S.; Souza, G. A. & Bona Filho, A. (1990). *Nutrição Animal. As bases e os fundamentos da nutrição animal. Os alimentos.*

São Paulo, Nobel, 4^aEd.

AOAC. *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists* (1990).
Virginia: Helrich, K. ed. 2v.

Beerli, E. L.; Beerli, K. M. C. & Logato, P. V. R. (2004). Silagem ácida de resíduos de truta (*Oncorhynchus mykiss*), com a utilização de ácido muriático. *Ciência Agrotecnologia*, Lavras, 28(1):195-198.

Boscolo, W. R.; Santos, A. M. dos Santos; Martins, C. V. B. Feiden, A.; Bittencourt, F. & Signor, A. A. (2010) Avaliação microbiológica e bromatológica da silagem ácida obtida de resíduos da indústria de filetagem de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, 31(2): 515-522.

Borghesi, R. (2004). *Avaliação físico-química, nutricional e biológica das silagens ácida, biológica e enzimática elaboradas com descarte e resíduo de beneficiamento as Tilápia do Nilo (Oreochromis niloticus)*. [Dissertação de Mestrado]. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

Borghesi, R.; Ferraz de Arruda, L. & Oetterer, M. (2007). A silagem de pescado na alimentação de organismos aquáticos. *B. CEPPA*, Curitiba, 25(2): 329-339.

BRASIL/Ministério da Pesca e Aquicultura (2009). *Boletim estatístico da pesca e aquicultura: 2008-2009*. Ministério da Pesca e Aquicultura, Governo Federal do Brasil.

Camargo, S. G. O. de & Pouey, J. L. O. F. (2005). Aquicultura - Um mercado em expansão. *Rev. Bras. Agrociência*, 11(4): 393-396.

Carvalho, G. G. P. de; Pires, A. J. V.; Veloso, C. M.; Silva, F. F. da & Carvalho, B. M. A. de. (2006). Silagem de resíduo de peixes em dietas para alevinos de tilápia do Nilo. *Rev. Bras. Zootecnia*, 35 (1): 126-130.

Castello, J. P. (2010) O futuro da pesca e da aquicultura marinha no Brasil: A pesca costeira - Ciências do Mar/Artigos. *Ciência e Cultura*, 62 (3): 32-35.

Cataldo, D.A., Schrader, L.E. & Youngs, V.L. (1974) Analysis by digestion and colorimetric assay of total nitrogen in plant tissues high in nitrate. *Crop Science*, Madison, 14: 854-856.

Crepaldi, D. V.; Faria, P. M. C.; Teixeira, E. de A.; Ribeiro, L. P.; Costa, A. A. P.; Melo, D. C.; Cintra, A. P. R.; Prado, S. de A.; Costa, F. A. A.; Drumond, M. L.; Lopes, V. E. & Moraes, V.E. de (2006). A situação da Aquicultura e da pesca no Brasil e no mundo. *Rev. Bras. Reprodução*

Animal, 30(3/4): 81-85, jul./dez.

Espíndola-Filho, A. (1999). *Utilização do resíduo sólido de peixe, camarão e bivalves como ingrediente de ração para aquíicultura*. [Tese de Doutorado]. São Paulo: Universidade Presbiteriana Mackenzie.

Espíndola-Filho, A. (2002). Tecnologia de processamento de resíduos de pescado/silagem ácida e o agronegócio. In: *Encontro Internacional de Agronegócios em Pesca e Aquicultura 1* (84 p). Santos/SP: Anais do EIAPA 1.

Ferraz de Arruda, L.(2004). *Aproveitamento do resíduo do beneficiamento da tilápia do Nilo (Oreochromis niloticus) para obtenção de silagem e óleo como subprodutos*. [Dissertação de Mestrado]. Piracicaba /SP: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz.

Ferraz de Arruda, L.; Borghesi, R.; Brum, A.; Regitano D'arce, M & Oetterer, M. (2006). Nutritional aspects of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) silage. *Ciências e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, 26 (4): 749-753.

Kompiang, I. P. (1981). Fish Silage: Its prospect and future in Indonesia. *Indonesia Agriculture Research & development Journal*, 3 (1): 9-12.

Maia Jr., W. M. (2003). Silagem de pescado. In: *Anais do VII Seminário Nordestino Pecuário – PECNORDESTE* (2: 62 – 106). Fortaleza/CE: Anais do PECNORDESTE 7.

Nomura, I. (2010). O futuro da pesca e da aquíicultura marinha no mundo - Ciências do Mar/Artigos. *Ciência e Cultura*, 62 (3): 28-32

Oetterer, M. (2002). *Industrialização do pescado cultivado*. 1ª ed. Guaíba: Agropecuária.

Oetterer, M. (1993/1994). Produção de silagem a partir da biomassa residual de pescado. *Alimentos e Nutrição*, 5: 119-134.

Oliveira, M. M. de; Pimenta, M.E. S. G.; Camargo, A.C.da S.; Fiorini, J.E.& Pimenta, C.J.(2006). Silagem de resíduos da filetagem de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), com ácido fórmico - análise bromatológica, físico-química e microbiológica. *Ciência Agrotecnologia*, Lavras, 30 (6):1218-1223.

Raa, J & Gildberg, A.(1982). Fish silage: A review. *J.Food Sc. Nutrition*, 61(4): 383-419.

Santa Rosa, M. J. (2009) *Aproveitamento integral dos resíduos da filetagem de tilápia e avaliação do impacto econômico* [Dissertação de Mestrado]. Jaboticabal/SP: Universidade Estadual Paulista, Centro de Aquicultura.

- Secco, E. M.; De Stéfani, M. V. & Vidotti, R. M. (2002). Substituição da farinha de peixe pela silagem de peixe na alimentação de girinos de rã-touro (*Rana catesbeiana*). *Ciência Rural*, Santa Maria, 32(3): 505-509.
- Seibel, N. F. & Souza-Soares, L. A. de. (2003) Produção de Silagem Química com Resíduos de Pescado Marinho. *Braz. J. Food Technology*, 6 (.2): 333-337.
- Souza, M. L. R., de. (2002) Comparação de seis métodos de filetagem, em relação ao rendimento de filé e de subprodutos de processamento da tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Rev. Bras. Zootec.*, 31(3): 1076-1084.
- Souza, M.L.R.; Viegas, E.M.M & Krouka, S.N. (1999). Influência do método de filetagem e categorias de peso sobre o rendimento de carcaça, filé e pele de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Rev. Bras. de Zootecnia*, 28 (1):1-6.
- Stori, F. T. (2000). *Avaliação dos Resíduos da Industrialização do Pescado em Itajaí e Navegantes como Subsídio à Implementação de um Sistema Gerencial de Bolsa de Resíduos*. [Monografia de Graduação]. Itajaí/SC: Curso de Oceanografia - CTTMar/UNIVALI.
- Viegas, E. M. M. (2002). Processamento de pescado e aproveitamento de resíduos. In: *XII Simpósio Brasileiro de Aqüicultura* (pp.76-80). Goiânia/GO: Anais do SIMBRAQ 11.
- Vidotti, R. M. (2001). *Produção e utilização de silagens de peixe na nutrição do pacu (Piaractus mesopotamicus)* [Tese de Doutorado]. Jaboticabal/SP: Centro de Aqüicultura, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho".
- 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 for pacu *Piaractus mesopotamicus*. *Journal of the World Aquaculture Society*, 33 (1): 57-62.