

## Qualidade de rações armazenadas em alimentadores automáticos em piscicultura

Eduardo Kelm Battisti<sup>1</sup>  
Maicon Adelio Devens<sup>3</sup>  
Emerson Giuliani Durigon<sup>2</sup>  
Thamara Luísa Staudt Schneider<sup>2</sup>  
Luiza Beatriz Hermes<sup>2</sup>  
Nilce Coelho Peixoto<sup>2</sup>  
Ivanir José Coldebella<sup>3</sup>  
Rafael Lazzari<sup>4</sup>

### RESUMO

Neste estudo foi avaliada a eficiência do material de diferentes estruturas (alimentadores automáticos e caixa de armazenagem) na armazenagem das rações em viveiro de piscicultura. Os tipos de alimentadores testados foram: AFP (alimentador flutuante de polietileno) AFM (alimentador fixo de metal) e CAF (caixa d'água de fibra de vidro). Foram coletadas amostras de ração na abertura da embalagem (realizadas em diferentes pontos da embalagem) e posteriormente nos dias 1, 3, 5 e 7, em cinco pontos dentro dos alimentadores. A avaliação da qualidade das rações foi realizada por meio de análises bromatológicas e TBARS. Durante o período de coleta das amostras, também foram aferidas temperatura e umidade do ar atmosférico e ambiente dentro das estruturas. Verificou-se que material estrutural do alimentador interfere na qualidade da ração, mas o período é a variável que mais influencia. No alimentador flutuante verificou-se maior umidade interna nos dias 3 e 7 ( $P < 0,05$ ). As rações sofreram alterações prejudiciais à sua qualidade no decorrer do tempo pela variação na composição bromatológica e atividade de TBARS. Nesse experimento o material de fibra apresentou maior eficiência na manutenção de qualidade de ração quando comparado aos demais, dessa forma sugere-se novas tecnologias ou outro tipo de estrutura para manter a qualidade da ração estocada. Apesar de a ração perder qualidade já no primeiro dia, não se recomenda deixar mais que três dias a ração dentro da estrutura.

**Palavras-chave:** nutrição de peixes, aquicultura, peroxidação, composição centesimal, tecnologias.

### QUALITY OF FEED STORED IN AUTOMATIC FEEDERS IN FISH FARMING

#### ABSTRACT

In this study the efficiency of the material of different structures (automatic feeders and storage box) in storage of the feed in fish farms was evaluated. The types of feeders tested were: AFP (floating polyethylene feeder) AFM (fixed metal feeder) and CAF (fiberglass water box). Samples of feed were collected at the opening of the package (collected from different points of the package), then on days 1, 3, 5 and 7 at five points inside the feeders. The evaluation of the quality of the feed was evaluated through bromatological and TBARS analyzes. During the

<sup>1</sup> Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Santa Maria, UFSM, Santa Maria, RS, Brasil.

<sup>2</sup> Universidade Federal de Santa Maria, UFSM, Campus Palmeira das Missões, RS, Brasil.

<sup>3</sup> Universidade Federal de Santa Maria, UFSM, Campus Frederico Westphalen, RS, Brasil.

<sup>4</sup> Departamento de Zootecnia e Ciências Biológicas, Universidade Federal de Santa Maria, UFSM, Palmeira das Missões, RS, Brasil. Principal para correspondência: rlazzari@ufsm.br

sample collection period, atmospheric and ambient air temperature and analyzes. During the sample collection period, atmospheric and ambient air temperature and humidity were also measured inside the structures. It was verified that the feeder's structural material interferes with the quality of the feed, but the period is the variable that most influences. In the floating feeder, greater internal moisture was observed on days 3 and 7 ( $P < 0.05$ ). The rations underwent alterations detrimental to their quality over time due to the variation in the composition and the TBARS activity. In this experiment the fiber material presented higher efficiency in the maintenance of feed quality when compared to the others, so it is suggested new technologies or another type of structure to maintain the quality of the stock feed. Although the feed loses quality on the first day, it is not recommended to leave the feed inside the structure for more than three days.

**Key words:** fish nutrition, aquaculture, peroxidation, proximate composition, technology.

## CALIDAD DE RACIÓN ALMACENADO EN ALIMENTADORES AUTOMÁTICOS PARA PECES

### RESUMEN

Este estudio evaluó la eficacia del material de diferentes estructuras (alimentadores automáticos y caja de almacenamiento) en el almacenamiento de ración para peces de vivero. Los tipos de alimentadores que han sido probados: AFP (flotante de polietileno alimentador) AFM (fijo de metal alimentador) y la CAF (cisternas de fibra de vidrio de agua). Las muestras de ración se recogieron en la apertura del paquete (tomada en diferentes puntos del paquete), después en los días 1, 3, 5 y 7, en cinco puntos dentro de los alimentadores. La evaluación de la calidad de pienso se realizó por análisis bromatológico y TBARS. Durante la recogida de las muestras también se midieron la temperatura y la humedad del aire de la atmósfera y el medio ambiente dentro de las estructuras. Se encontró que el material estructural del alimentador interfiere en la calidad de la ración, pero el tiempo es la variable que más influye. El alimentador flotante había una humedad interior mayor en los días 3 y 7 ( $P < 0,05$ ). Raciones han cambiado su calidad en detrimento del tiempo para las variables: composición química y la actividad TBARS. En este experimento el material de fibra presenta una mayor eficiencia en el mantenimiento de la calidad de la ración, en comparación con los otros, con lo que se sugiere que las nuevas tecnologías u otra estructura para mantener la calidad de la ración almacenada. Mismo que la ración ya pierde calidad en el primer día, se recomienda dejar no más de tres días la ración dentro de la estructura.

**Palabras clave:** nutrición de los peces, la acuicultura, la peroxidación, composición química, tecnología.

### INTRODUÇÃO

A aquicultura cresce significativamente em todo o mundo e apresenta grande potencial, também pela redução dos estoques pesqueiros, tanto em águas interiores como marinhos. Porém, a atividade aquícola possui alguns desafios, dentre eles, o alto preço das rações, devido à alta do preço da farinha de peixe somado a variação dos preços das commodities base das rações de aves e suínos, como soja e milho. Este fator é apontado por muitos autores como o principal problema, dependendo do tipo de sistema adotado na produção, as rações na aquicultura representam de 40 a 60% dos custos totais de produção. Em função disso, é

importante conhecer todas as variáveis que podem influenciar no aproveitamento desse insumo em sistemas de produção aquícolas (1), ou seja, melhorar a conversão alimentar, produzir mais quilos de peixe por quilos de ração consumidos.

Neste contexto de otimização dos fatores de produção, a indústria intensifica a produção e investe em tecnologias, como por exemplo, o método de extrusão na fabricação de alimentos para peixes, utilizado em todo o mundo em virtude de seus benefícios (2). Outra tecnologia importante é o sistema de alimentação automatizado, em virtude dos altos custos atuais com mão de obra. Estes equipamentos podem ser utilizados em diferentes sistemas de produção, tanto na aquicultura marinha, quanto na aquicultura de água doce.

A utilização de alimentação automática no Brasil ainda é muito recente para a piscicultura, onde resultados em muitas pesquisas demonstram grandes vantagens com o uso desta tecnologia (3,4,5). Com o uso de alimentadores automáticos é possível aumentar a frequência alimentar, consumo e crescimento (6,7), contribuindo para melhorar o aproveitamento do alimento pelos peixes, além de aumentar a uniformidade do lote por diminuir a competição pelo alimento (8). Também é possível melhorar a sobrevivência (9) e a viabilidade econômica, sendo que estudos apontaram uma economia de até 360 kg de ração para cada tonelada de peixe produzido (3,4,10). Outra grande vantagem da alimentação automática é a possibilidade de alimentação noturna e uma diminuição de até 40% do custo com mão de obra (11).

Os alimentadores automáticos são fabricados com diferentes estruturas e características, podem ser suspensos por flutuadores na superfície da água ou modelos fixos na borda dos tanques de produção, servem como depósitos de ração e fornecem-na aos peixes. É geralmente equipado com regulação quantitativa e possui ajustes de horários por meio de um temporizador o que possibilita intervalos desejados para a alimentação.

A ração normalmente utilizada em piscicultura, é produzida por um processo de extrusão em que os ingredientes passam por processo de tratamento térmico, possuem baixo teor de umidade e possuem alguns aditivos, tais quais: antioxidantes, agentes antifúngicos e acidificantes. No entanto é comum que os ingredientes da extrusão sofram efeito de oxidação por lipídios, tanto durante o processamento quanto na armazenagem da ração (12).

Segundo Park e Antônio (13), período (tempo) de armazenagem, temperatura e umidade colaboram para o crescimento de fungos resultando em sérios riscos de saúde aos animais. A estabilidade oxidativa da ração é muito importante, não só em termos de crescimento e saúde dos peixes, mas também para o efeito na qualidade do filé, peixes alimentados com alimentos oxidados mostram, geralmente, níveis mais baixos de ácidos graxos poli-insaturados (PUFAS) no músculo, com isso, reduz a sua qualidade nutricional na visão dos consumidores (14).

Neste sentido, objetivou-se avaliar a eficiência dos materiais de alimentadores automáticos no armazenamento de ração para os peixes, durante uma semana, determinando as possíveis alterações na qualidade, parâmetros bromatológicos e danos lipídicos da ração.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O delineamento experimental do estudo foi composto por um arranjo fatorial 3 X 4 (três tipos de alimentadores e quatro períodos de coleta). As estruturas de armazenamentos foram: AFP (alimentador flutuante polietileno), AFM (alimentador fixo de metal-aço) e CAF (caixa d'água de fibra de vidro). A capacidade de armazenamento foi: AFP (200 kg), AFM (120 kg) e CAF (150 kg) de ração. Todas as estruturas foram colocadas no mesmo tanque.

O estudo foi realizado na cidade de Tenente Portela, no estado do Rio Grande do Sul (427 m de altitude 27°23'11"S e 53°46'35"W). Foram coletadas amostras de ração nos dias 1, 3, 5 e 7 juntamente foram aferidas temperatura e umidade do ar atmosférico e de dentro das estruturas

de armazenamento de ração. Para a aferição da temperatura e da umidade do ar, foram utilizados dispositivos digitais Instrutherm Hygro<sup>®</sup> (Modelo HT-200 Termômetro). Durante o período experimental, os parâmetros de qualidade de água no tanque mantiveram-se estáveis (temperatura de  $23,0 \pm 5,2^{\circ}\text{C}$ ). No entanto, as condições ambientais foram alteradas durante o experimento, pois houve precipitação no quarto e quinto dia, 2 mm e 17 mm, respectivamente.

A ração utilizada foi ração comercial extrusada contendo 32% de proteína bruta e 3.200 kcal  $\text{kg}^{-1}$  de energia digestível, com 4 mm, os ingredientes mais suscetíveis a oxidação usados na dieta foram: farinha de carne e ossos e farinha de peixe. A dieta utilizada continha BHT<sup>®</sup> (100 mg  $\text{kg}^{-1}$ ) que é um composto orgânico lipossolúvel e antioxidante.

As amostras de ração foram recolhidas na abertura da embalagem e outras foram coletadas dentro de cada estrutura. Todas as amostras foram coletadas em cinco pontos dentro das estruturas de armazenamento de ração, homogeneizados e congeladas ( $-20^{\circ}\text{C}$ ). As análises bromatológicas realizadas foram as seguintes: matéria seca, matéria mineral e proteína bruta (15), teor de lipídeos (16), para determinar o extrativo não nitrogenado (ENN) foi através da equação:  $\text{ENN} = 100 - (\text{PB} + \text{MM} + \text{lip} + \text{FDN})$  e para a determinação da energia bruta (EB)  $\text{EB} = (\text{PB} \times 5,65) + (\text{EE} \times 9,4) + (\text{ENN} \times 4,15) \times 10$ . A peroxidação lipídica foi mensurada através de substâncias que reagem ao ácido tiobarbitúrico (TBARS), seguindo o método Buege & Aust (17).

Os dados obtidos foram submetidos ao teste de normalidade Shapiro-Wilk, e posteriormente a ANOVA de duas vias (bifatorial). As médias, quando significativas ( $P < 0,05$ ), foram comparadas pelo teste Tukey. O software utilizado foi SAS Studio "Assistat 7.7 beta".

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

A temperatura e umidade tanto do ar atmosférico, quanto do interior das estruturas (Figura 1) foram diferentes conforme o período e o tratamento (estruturas de alimentadores). No dia um, a temperatura do ar atmosférico foi em torno de  $7,8^{\circ}\text{C}$  menor que a temperatura interna das estruturas. No quinto dia ocorreu precipitação provocando o resfriamento das estruturas. A temperatura do ar atmosférico foi de  $28^{\circ}\text{C}$  e  $31,83 \pm 0,84$ ;  $28,00 \pm 1,36$  e  $25,23 \pm 0,60^{\circ}\text{C}$  aos tratamentos AFM; AFP e CAF, respectivamente. No terceiro e sétimo dia do experimento, não houve diferença entre o ambiente e as estruturas.

No primeiro dia todos os tratamentos apresentaram mais umidade em relação ao ar atmosférico, em torno de 15% a mais. No dia cinco, por precipitação o ambiente apresentou a maior umidade, 80,01 (%). No mesmo dia, nas estruturas a umidade foi:  $54,0 \pm 1,15$ ;  $57,53 \pm 2,26$  e  $48,06 \pm 0,52$  a AFM; AFP e CAF, respectivamente. O resultado mais importante sobre a umidade foi mostrado no sétimo dia na estrutura do AFP, a umidade (%) foi  $62,66 \pm 2,90$ , mais alta comparada com os outros tratamentos,  $54,00 \pm 1,15$  a AFM;  $54,66 \pm 0,66$  para CAF e  $48,0 \pm 0\%$  de umidade para o ar atmosférico. A diferença de temperatura e umidade do ar atmosférico e de dentro das estruturas pode ser justificada pelo fato de que o material pode absorver energia solar permite o aquecimento das estruturas.

As inter-relações entre várias propriedades termofísicas dos grãos, capacidade térmica, temperatura, condutividade térmica da umidade e variáveis físicas como radiação, evaporação, condensação e absorção são responsáveis pela transferência e pela troca de calor e umidade através da massa de alimento (18). Assumimos que o comportamento da massa alimentar é semelhante aos grãos para discutirmos o comportamento da ração no presente estudo. Os grãos quando armazenados em certas condições ambientais de umidade e temperatura, podem promover a propagação de fungos e a produção de micotoxinas, que são prejudiciais à saúde (19). Interferir na qualidade dos alimentos e contribuir para a má absorção de nutrientes pelos peixes, resultando em desnutrição e problemas de saúde dos peixes.

Na Tabela 1 verifica-se que o teor de MM não apresentou diferença significativa. O teor de MS não variou durante os dias de experimento, mas apresentou uma diferença significativa entre os três tipos de alimentadores, sendo que a CAF foi diferente da AFM tendo respectivamente 92,01% e 91,61 % de MS.

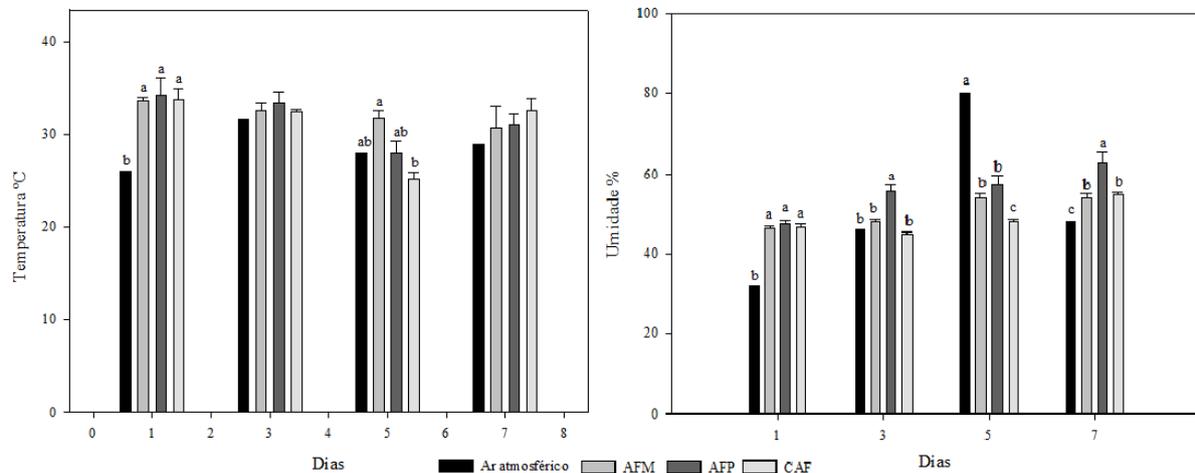


Figura 1. Temperatura e umidade do ar atmosférico e do ambiente das diferentes estruturas, medidas em função do tempo em dias. Os meios com letras diferentes em uma linha diferem significativamente de acordo com o teste de Tukey ( $P < 0,05$ ). AFM (alimentador fixo de metal); AFP (alimentador flutuante de poliuretano) e CAF (caixa de água de fibra de vidro).

Após cinco dias, ocorreu em média uma redução de 1,97% de proteína bruta. Para justificar a diminuição de proteína bruta da ração ao longo do período experimental, sugere-se que tenha ocorrido degradação de proteínas. A degradação proteica pode resultar na perda de funcionalidade dos aminoácidos, reduzindo a solubilidade, alterando a distribuição de água nos alimentos e causando perda de elasticidade (20,21).

Ao contrário do teor de proteína bruta, o teor de gordura aumentou ao longo do período experimental. O teor de gordura aumentou no sétimo dia em comparação com o 5º e o 1º enquanto que para os alimentadores o CAF apresentou maior teor de gordura em comparação com os demais (Tabela 1). Este fato também pode ser explicado pela presença de malondialdeído (MDA), que também foi utilizado para avaliar a extensão dos danos oxidativos, este método é medido por meio do ácido tiobarbitúrico (TBARS), o qual reage com substâncias reativas ao oxigênio (22).

Os danos lipídicos na ração já foram existentes antes de submeter a ração aos tratamentos (ao abrir a embalagem), pois o teor de TBARS era de  $11,84 \pm 0,53$  nmol MDA  $g^{-1}$  de ração quando a embalagem foi aberta, logo no primeiro dia este valor já aumentou para  $13,31$  nmol MDA  $g^{-1}$  de ração. Ao avaliar a extensão dos danos oxidativos por TBARS, observou-se a ocorrência de danos lipídicos na ração antes de submetê-la aos tratamentos, mostrando que houve atividade de malondialdeído na ração antes ou no exato momento da abertura da embalagem, possivelmente demonstrando a ineficiência ou quantidade inferiores (apresentadas no rótulo) do antioxidante adicionado à ração. O pico de malondialdeído que ocorreu no primeiro dia do experimento pode ser devido ao aumento da temperatura, um fenômeno essencial para a atividade. Segundo Fraga (23), o malondialdeído é volátil, o que pode explicar a diminuição da sua atividade nos outros dias. De acordo com os resultados de TBARS, pode-se assumir que houveram reações bioquímicas resultantes da ação dos radicais livres, e como produto secundário formou o malondialdeído. Essas reações resultaram em maior quantidade

de gordura nas análises bromatológicas da ração, o que indica que houve peroxidação lipídica, danificando a qualidade do alimento para os peixes. Este dano oxidativo pode ter ocorrido pela má adição de antioxidantes na indústria.

O grau dos danos oxidativos depende da taxa de aparecimento e crescimento de variáveis químicas e biológicas, as quais são, principalmente, afetadas pela interação da temperatura e da umidade e, em seguida, pela inter-relação delas com o grão, e com a estrutura de armazenamento da ração (24). Marchetti et al. (25) mostraram que complexos vitamínicos na ração para peixes são instáveis quando armazenado, embora estejam sob condições apropriadas.

Para os níveis de ENN não houve diferença entre os tipos de alimentadores ( $P < 0,05$ ), mas estes compostos foram menores nos dias 1 e 3 comparado com o sétimo dia. Os ENN são carboidratos solúveis, que são o amido, sacarose, frutose, etc. A maior quantidade deste composto pode estar relacionada com a menor quantidade de proteína bruta no sétimo dia, pois a determinação deste composto foi através de cálculo, que leva em consideração o nível de proteína bruta da ração. Para energia bruta não houve diferença entre os dias, mas apresentou diferença entre os tipos de alimentadores onde o alimentador CAF apresentou maior teor de energia. Este resultado pode ser explicado pelo teor de gordura presente na ração, pois segundo Farias et al. (26) as gorduras são grandes fornecedoras de energia, assim, a maior presença de gordura contribuiu para aumentar a energia.

Tabela 1. Qualidade bromatológica da ração armazenada por sete dias em diferentes alimentadores automáticos.

	PB	Lipídeos	MS	MM	ENN	EB	TBARS
Dia 1	33,07 <sup>A</sup>	7,24 <sup>A</sup>	92,03	11,53 <sup>A</sup>	35,20 <sup>B</sup>	4009,21 <sup>A</sup>	13,31 <sup>A</sup>
Dia 3	32,27 <sup>AB</sup>	7,77 <sup>AB</sup>	91,90	11,29 <sup>A</sup>	35,20 <sup>B</sup>	4035,40 <sup>A</sup>	10,96 <sup>B</sup>
Dia 5	31,10 <sup>B</sup>	7,06 <sup>A</sup>	91,78	11,43 <sup>A</sup>	37,19 <sup>AB</sup>	3964,15 <sup>A</sup>	11,20 <sup>B</sup>
Dia 7	31,53 <sup>B</sup>	7,98 <sup>B</sup>	91,72	11,01 <sup>A</sup>	37,98 <sup>A</sup>	4034,09 <sup>A</sup>	10,62 <sup>B</sup>
AFP	32,03 <sup>a</sup>	7,23 <sup>a</sup>	91,95 <sup>ab</sup>	11,27 <sup>a</sup>	37,47 <sup>a</sup>	4004,85 <sup>b</sup>	11,92 <sup>a</sup>
AFM	31,67 <sup>a</sup>	7,38 <sup>a</sup>	91,61 <sup>b</sup>	11,81 <sup>a</sup>	35,75 <sup>a</sup>	3966,69 <sup>b</sup>	11,25 <sup>a</sup>
CAF	32,27 <sup>a</sup>	7,93 <sup>b</sup>	92,01 <sup>a</sup>	10,86 <sup>a</sup>	35,95 <sup>a</sup>	4060,61 <sup>a</sup>	11,40 <sup>a</sup>
CV	3,41	6,44	0,45	5,74	4,02	1,63	13,15
Dias	<0,001	<0,001	NS	NS	0,004	NS	0,001
P Alimentadores	NS	0,002	0,022	NS	NS	<0,001	NS
Interação	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

PB; Proteína bruta; MS: Matéria seca; MM: Matéria mineral; ENN: Extrativo não nitrogenado; EB: Energia bruta; AFP: alimentador flutuante poliuretano; AFM: alimentador de metal fixo; CAF: caixa d'água de fibra de vidro; CV: Coeficiente de variação; Letras maiúsculas indicam diferença estatística ( $P < 0,05$ ) entre os dias; Letras minúsculas indicam diferença estatística ( $P < 0,05$ ) entre os alimentadores. NS: não significativo ( $P > 0,05$ ) pelo teste de Tukey.

Embora que não houve importantes diferenças na qualidade da ração em função do material do alimentador, no presente trabalho, com exceção do alimentador automático de polietileno que apresentou maior umidade no seu interior em determinado período, o piscicultor deve levar em consideração outros aspectos no momento da compra. Citamos alguns, como, sistema de criação, densidade de estocagem de peixes, tipo e estrutura de viveiros/tanques, mão de obra, entre outros, avaliar as vantagens e desvantagens de determinados materiais. Tais vantagens e desvantagens na escolha de um produto composto por determinado material podem ser claramente observados nos plásticos, por exemplo, esse material que vêm substituindo diversos tipos de materiais por possuírem algumas vantagens, como baixo peso, elevada resistência mecânica e química, flexibilidade, possibilidade de aditivação e reciclabilidade (26). Porém é importante levar em consideração as desvantagens que o plástico possui, como,

variável permeabilidade à luz, gases, vapores e moléculas de baixo peso molecular. Além de serem, em sua maioria, não biodegradáveis e sua produção geralmente emite gases poluentes e é dependente do petróleo (27,28). Os equipamentos de metal são muito aceitos pelos consumidores, por oferecer propriedades de proteção física e de barreira. Os equipamentos de aço possuem como matéria-prima o óxido de ferro, para não oxidar, quando em contato com o ar, as latas de aço são tratadas com revestimentos de cromo ou estanho. Porém esse tipo de material pode sofrer amassamento durante transporte e comercialização, e por ser um material não inerte, pode sofrer corrosão (29).

Independentemente do equipamento escolhido pelo produtor, é importante controlar os fatores que predispõem a decomposição dos alimentos para os peixes, principalmente, variáveis ambientais, visando garantir o fornecimento de uma ração com qualidade, pois todas estas variáveis impactam diretamente e economicamente a cadeia produtiva.

## CONCLUSÕES

O material do equipamento, assim como, o período de armazenamento interferem na qualidade da ração para os peixes. Nenhum material mostrou eficiência total na manutenção da qualidade da ração. Não é recomendável sobrecarregar o silo do alimentador ou armazenar a ração por mais de três dias.

## REFERÊNCIAS

1. Furlaneto FPB, Ayroza DMMR, Ayroza LMS. Análise econômica da produção de tilápia em tanques-rede, ciclo de verão, região do médio Paranapanema, Estado de São Paulo, 2009. *Inf Econ.* 2010;40(4):5-11.
2. Hernández A, García B, Jordán MJ, Hernández MD. Natural antioxidants in extruded fish feed: Protection at different storage temperatures. *Anim Feed Sci Technol.* 2014; 195:112-9.
3. Oliveira LC. Altas frequências de arraçoamento nas fases iniciais da criação de tilápia em hapas [tese]. Botucatu: Universidade Estadual Paulista; 2010.
4. Sousa RMR, Agostinho CA, Oliveira FA, Argentim D, Novelli PK, Agostinho SMM. Productive performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fed at different frequencies and periods with automatic dispenser. *Arq Bras Med Vet Zootec.* 2012;64(1):192-7.
5. Menezes CSM. Automação do manejo alimentar na engorda de tilápias criadas em tanque – rede [dissertação]. Botucatu: Universidade Estadual Paulista; 2014.
6. Xie F, Ai Q, Mai K, Xu W, Ma H. The optimal feeding frequency of large yellow croaker (*Pseudosciaena crocea*, Richardson) larvae. *Aquaculture.* 2011;311(1-4):162-7.
7. Sousa RMR. Qualidade da água e desempenho produtivo da tilápia do Nilo alimentada em diferentes frequências e períodos por meio de dispensador automático [dissertação]. Botucatu: Universidade Estadual Paulista; 2007.
8. Ndome CB, Ekwu AO, Alfred AA. Effect of feeding frequency on feed consumption, growth and feed conversion of *Clarias gariepinus* X *Heterobranchus longifilis* & Hybrids. *Am-Eurasian J Sci Res.* 2011;6(1):6-12.

9. Tucker BJ, Booth MA, Allan GL, Booth D, Fielder DS. Effects of photoperiod and feeding frequency on performance of newly weaned Australian snapper (*Pagrus auratus*). *Aquaculture*. 2006;258(1-3):514-20.
10. Türker A, Yildirim O. The effect of feeding frequency on growth performance and body composition in juvenile rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) reared in cold seawater. *Afr J Biotechnol*. 2011;10(46):9479-84.
11. Papandroulakis N, Dimitris P, Pascal D. An automated feeding system for intensive hatcheries. *Aquac Eng*. 2002;26(1):13-26.
12. Lin S, Hsieh F, Huff HE. Effects of lipids and processing conditions on lipid oxidation of extruded dry pet food during storage. *Anim Feed Sci Technol*. 1998;71(3-4):283-94.
13. Park KJ, Antonio GC. Análises de materiais biológicos [Internet]. Campinas: Unicamp; 2006 [cited 2016 Dez 6]. Disponível em: [http://www.feagri.unicamp.br/ctea/manuais/analise\\_matbiologico.pdf](http://www.feagri.unicamp.br/ctea/manuais/analise_matbiologico.pdf)
14. Zhong Y, Lall SP, Shahidi F. Effects of dietary oxidized oil and vitamin E on the growth, blood parameters and body composition of juvenile Atlantic cod *Gadus morhua* (Linnaeus 1758). *Aquac Res*. 2008;39(15):1647-57.
15. AOAC - Association of Official Analytical Chemists. *Official Methods of Analysis*. Arlington: AOAC; 1995. p.1137.
16. Bligh EG, Dyer WJ. A rapid method of total lipid extraction and purification. *Can J Biochem Physiol*. 1959;37(8):911-7.
17. Buege JA, Aust SD. Microsomal lipid peroxidation. *Methods Enzymol*. 1978;52:302-10.
18. Faroni LR. Fatores que influenciam a qualidade dos grãos armazenados. *Postcosecha*. 1998;5:34-41.
19. Raschen MR, Lucion FB, Cichoski AJ, Menezes CR, Wagner R, Lopes EJ, et al. Determinação do teor de umidade em grãos empregando radiação micro-ondas. *Cienc Rural*. 2014;44(5):925-30.
20. Ooizumi T, Xiong YL. Biochemical susceptibility of myosin in chicken myofibrils subjected to hydroxyl radical oxidizing systems. *J Agric Food Chem*. 2004;52(13):4303-7.
21. Rowe LJ, Maddock KR, Lonergan SM, Huff-Lonergan E. Influence of early postmortem protein oxidation on beef quality. *J Anim Sci*. 2004;82(3):785-93.
22. Ohkawa H, Ohishi N, Yagi K. Assay for lipid peroxides in animal tissues by thiobarbituric acid reaction. *Anal Biochem*. 1979;95(2):351-8.
23. Fraga CG, Leibovitz BE, Tappei AL. Lipid peroxidation measured as thiobarbituric acid-reactive substances in tissue slices: characterization and comparison with homogenates and microsomes. *Free Radical Bio Med*. 1998;4(3):155-61.

24. Sinha RN, Muir WE. Grain storage: part of a system. Westport: Avi Pub; 1973.
25. Marchetti M, Marchetti S, Bauce G, Tossani N. Stability of crystalline and coated vitamins during manufacture and storage of fish feeds. *Aquac Nutr.* 1999;5(2):115-20.
26. Farias NNP, Freitas ER, Xavier RPS, Braz NM, Tavares TCL, Figueiredo CWS, et al. Farelo integral de arroz parboilizado submetido a armazenamento prolongado para alimentação de codornas de corte. *Pesqui Agropecu Bras.* 2014;49(6):407-15.
27. Schwark F. Influence factors for scenario analysis for new environmental technologies: the case for biopolymer. *J Clean Prod.* 2009;17(7):644-52.
28. Marsh K, Bugusu B. Food packaging: roles, materials, and environmental issues. *J Food Sci.* 2007;72(3):39-55.
29. Santos AMP, Yoshida MP. Embalagem. Recife: UFRPE; 2011. (Técnico em alimentos).

**Recebido em: 21/03/2019**

**Aceito em: 01/04/2019**