

Estabilidade e lixiviação de nutrientes com rações de diferentes níveis protéicos

Flávia Renata Potrich¹, Arcangelo Augusto Signor¹, Talita Gabriela Dieterich¹, Dacley Hertes Neu¹, Aldi Feiden¹ e Wilson Rogério Boscolo¹

¹ Grupo de Estudos de Manejo na Aquicultura – GEMAq, Unioeste/Toledo, PR. Rua da Faculdade, 645. Jd. Santa Maria, CEP 85903-160.

E-mail: flavirenatapotrich@gmail.com angelo_signor@hotmail.com talitadiet@hotmail.com dacley_pesca@hotmail.com wrboscolo@bol.com.br aldiifeiden@gmail.com

Resumo: O objetivo do presente trabalho foi avaliar a estabilidade e a lixiviação de nutrientes em rações com diferentes níveis protéicos. Foram avaliadas rações, com 18, 24, 30 e 36% de proteína bruta exposta à água por diferentes tempos (cinco, dez, quinze e vinte minutos), distribuída aleatoriamente em 48 aquários de 30 litros. As perdas percentuais de proteína, cinzas, matéria seca e matéria orgânica das rações e os parâmetros de fósforo, amônia e condutividade da água foram avaliados. Observou-se que, para os níveis de proteína bruta da ração ocorreu diferença ($P<0,05$) nos parâmetros de cinzas, matéria seca, matéria orgânica, amônia, fósforo e condutividade elétrica. Para o tempo, verificou-se diferença ($P<0,05$) para o fósforo e condutividade. Ocorreu interação entre proteína e tempo para a lixiviação do fósforo. Os maiores níveis protéicos e os maiores tempos de exposição da ração à água proporcionam maior aporte de nutrientes para o ambiente, diminuindo os nutrientes das rações.

Palavras-chave: aquicultura, proteína, perda de nutrientes, eutrofização

Leaching of nutrients and stability with different levels of feed protein

Abstract: The aim of the present study was to evaluate the stability and leaching of nutrients in diets with different protein levels. There were evaluated rations with 18, 24, 30 e 36% of crude protein exposed to water during different periods (five, ten, fifteen and twenty minutes) distributed randomly into 48 tanks of 30 liters without aeration. The percentage losses of protein, ash, dry matter and organic matter of the rations and the parameters of ammonia, phosphorus and conductivity of the water were evaluated. It was observed that for the levels of ration crude protein occurred difference ($P < 0.05$) on the parameters as ash, dry matter, organic matter, ammonia, phosphorus and conductivity. As for the time, there were difference ($P < 0.05$) for phosphorus and conductivity. There was interaction between protein and time for the phosphorus leaching. The highest protein levels and longer exposure times of ration to water provide the major input of nutrients to the environment, reducing the nutrients.

Key-words: aquaculture, protein, nutrients loss, eutrophication

Introdução

Em função dos elevados custos associados à nutrição na piscicultura, o aproveitamento adequado dos alimentos tem grande importância no sucesso da atividade e na redução do impacto ao meio ambiente (Almeida, 2003). As rações para organismos aquáticos representam a parcela mais onerosa do processo de produção em sistemas de cultivo intensivo

(El-sayed, 1999), devendo ser elaboradas com produtos de boa qualidade e que apresentam uma baixa perda de nutrientes por lixiviação.

O meio aquático influencia na nutrição de peixes, dificulta a observação da quantidade de ração consumida, além de proporcionar perda de nutrientes por lixiviação para água, influenciando diretamente no desempenho dos peixes, prejudicando a eficiência alimentar e qualidade da água (Furuya *et al.*, 1998). As rações fareladas apresentam elevadas perdas de nutrientes por lixiviação e maior seletividade das partículas das rações pelos peixes (Vieira *et al.*, 2005), quando comparado ás rações extrusadas que apresentam maior estabilidade e disponibilidade de seus nutrientes devido às mudanças físicas proporcionadas pelo aquecimento durante o processamento.

As técnicas de extrusão de rações são empregadas visando facilitar o manejo alimentar, aumentar a eficiência alimentar e a estabilidade da mesma na água. É um processo que exige alta pressão, umidade e temperatura (Cheng e Hardy, 2003a; Cheng e Hardy, 2003b), proporcionando a gelatinização (Vieira *et al.*, 2005) de aproximadamente 90% do amido (Jong Kiang, 1998; Pezzato, 1998). Esta gelatinização rompe a parede celular dos alimentos vegetais favorecendo a ação digestiva e consequentemente, melhorando a eficiência alimentar (Barrows *et al.*, 2007). A extrusão proporciona flutuabilidade característica fundamental, pois influencia diretamente na taxa de arraçoamento.

Embora a extrusão resulte em aumento do custo final do produto, este custo adicional, em relação ao da dieta peletizada, acaba sendo compensado pela melhora na eficiência alimentar dos peixes e pela menor deterioração da qualidade da água, possibilitando um crescimento mais rápido do animal e um melhor aproveitamento dos nutrientes, reduzindo os custos com alimento por unidade de peixe produzida (Kubitza, 1997).

O alimento exógeno fornecido aos peixes deve permanecer estável na água por tempo suficiente para que o alimento seja localizado e ingerido pelos peixes. Portanto, a otimização do crescimento dos peixes só pode ser alcançada através do manejo alimentar, concomitante à qualidade da água, nutrição e alimentação (Cyrino *et al.*, 2005).

Com base no exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a estabilidade e lixiviação de nutrientes de rações extrusadas com diferentes níveis de proteína bruta em diferentes tempos de exposição à água.

Material e Métodos

O trabalho foi realizado no Laboratório de Aquicultura da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, *Campus Toledo*, em conjunto com o Grupo de Estudos de Manejo na

Aquicultura – GEMAq. Foram utilizados rações com quatro níveis protéicos (18, 24, 30 e 36% de PB) (Tabela 1) e quatro tempos de exposição à água (cinco, dez, quinze e vinte minutos).

Para tanto, foram utilizados 48 aquários com capacidade de 30 litros, em cada aquário foram colocados 100 péletes das rações a serem avaliadas, e ao final dos períodos pré determinados, os peletes foram retirados, secos em estufa de ventilação forçada a 55°C por 24 horas, para análises de proteína bruta, cinzas, matéria seca e matéria orgânica.

Após retirada da ração da água, coletou-se amostras de água para determinação de fósforo (mg.L^{-1}), amônia (mg.L^{-1}), condutividade elétrica (mS.cm^{-1}), potencial hidrogeniônico e temperatura da água ($^{\circ}\text{C}$), seguindo o preconizado por Mackreth *et al.* (1978) para o fósforo, Strickland e Parson (1972) para amônia, condutividade elétrica e potencial hidrogeniônico por equipamento digital portátil (Hanna Instruments®) e a temperatura da água monitorada por termômetro com bulbo de mercúrio. Essas amostras foram preservadas em garrafas de polietileno escuras e conservadas resfriadas para análises.

Os dados foram avaliados através de análises de variância (ANOVA – Unifatorial), com posterior comparação múltipla de médias pelo teste de Tukey em nível de 5% de significância no programa estatístico SAS (2004).

Tabela 1. Composição percentual e química das rações experimentais com diferentes níveis de proteína bruta

Ingredientes	Proteína bruta (%)			
	18	24	30	36
Farinha de vísceras	12,10	18,82	25,53	32,25
Farelo de soja	10,00	16,67	23,33	30,00
Arroz quirera	20,00	20,00	20,00	20,00
Milho	45,75	34,97	24,18	13,40
Farelo de trigo	3,00	3,00	3,00	3,00
Suplemento Min. Vit.	0,50	0,50	0,50	0,50
Sal	0,30	0,30	0,30	0,30
L-Lisina	0,28	0,26	0,24	0,22
Propionato	0,20	0,20	0,20	0,20
DL-Metionina	0,03	0,05	0,07	0,09
BHT	0,02	0,02	0,02	0,02

Óleo	4,30	2,87	1,43	0,00
Fosfato bicálcico	3,02	2,01	1,01	0,00
Total	99,50	99,66	99,82	99,98
Nutrientes (%)				
Amido	44,00	37,28	30,56	23,84
Cálcio	1,53	1,53	1,53	1,53
Energia digestível (kcal/kg)	3300,00	3300,00	3300,00	3300,00
Fibra bruta	2,01	2,29	2,57	2,85
Fósforo total	1,10	1,10	1,10	1,10
Gordura	7,63	6,70	5,78	4,85
Lisina	1,08	1,44	1,80	2,16
Metionina+cistina	0,65	0,85	1,04	1,24
Proteína	18,00	24,00	30,00	36,00
Metionina	0,36	0,48	0,60	0,72
Treonina	0,70	0,95	1,19	1,44

¹ Suplemento mineral e vitamínico (níveis de garantia.kg⁻¹ produto): vit. A = 2.000.000 UI; vit. D₃ = 400.000 UI; vit. E = 30.000 mg; vit. K₃ = 2.000 mg; vit. B₁ = 4.000 mg; vit. B₂ = 4.000 mg; vit. B₆ = 3.000,00 mg; vit. B₁₂ = 80 mg; ácido fólico = 1.000 mg; pantotenato de cálcio = 10.000 mg; vit. C = 60.000 mg; biotina = 200 mg; colina = 100.000 mg; niacina = 20.000 mg, ferro = 16.000 mg; cobre = 2.000 mg; manganês = 6.000 mg; iodo = 200 mg; cobalto = 60 mg. Composição segundo NRC (1993); BOSCOLO et al. (2002); PEZZATO et al. (2002).

Resultados e Discussão

Foi observado diferença ($P<0,05$) nas análises centesimais e nos parâmetros de qualidade de água com relação à proteína bruta e tempo (Tabela 2). A respeito da proteína bruta da ração, ocorreu diferença ($P<0,05$) nos parâmetros de cinzas, amônia e matéria orgânica e ($P<0,001$) para a matéria seca, fósforo e condutividade elétrica, porém, para o tempo, verificou-se diferença ($P<0,001$) para o fósforo e condutividade elétrica. Foi observado interação ($P<0,05$) entre proteína *versus* tempo para o fósforo. Os valores médios de pH ($7,73\pm0,23$) e a temperatura (25°C), não variaram durante o experimento.

Com relação aos níveis de proteína bruta, verificou-se maior porcentagem de cinzas para a ração com 18% de PB não diferindo ($P>0,05$) das rações com 24% de PB diferindo ($P<0,05$) e superior aos teores de 30 e 36% de PB. Para a matéria seca, amônia, fósforo e condutividade elétrica os maiores valores foram observadas para as rações que continham

maior teor protéico (30 e 36%). Para a matéria orgânica, observaram-se maiores valores para a ração com 18 e 24%, não diferindo da ração com 30% de PB.

Tabela 2. Composição centesimal e qualidade da água

	Composição centesimal				Qualidade de água		
	CZ %	PCZ %	MS %	MO %	NH ₃ mg/l	P Mg/L	COND mS/cm
PB	3,52*	0,22ns	49,98**	3,52*	3,52*	112,30**	134,15**
T	1,14ns	1,14ns	0,27ns	1,14ns	1,14ns	23,68**	47,51**
PBxT	0,48ns	0,48ns	0,35ns	0,48ns	0,48ns	3,74*	1,73ns
Proteína bruta (%)							
18	8,23a	1,90	17,26c	93,07a	0,000c	0,125c	62,51c
24	7,28ab	1,71	22,73b	93,00a	0,0136bc	0,157b	69,30b
30	6,99b	2,04	29,67a	92,72ab	0,045ab	0,199a	71,33a
36	6,92b	1,76	32,89a	91,77b	0,064a	0,211a	71,95a
Tempo (min)							
5	7,64	1,73	25,43	92,36	0,030	0,154c	66,65c
10	7,54	1,67	25,07	92,46	0,046	0,166bc	67,68c
15	7,38	1,83	24,91	92,61	0,016	0,174b	69,53b
20	7,86	2,34	25,82	93,13	0,029	0,179a	71,81a

* (p<0,05); **(p<0,001); NS = não significativo

CZ = % cinzas; PCZ = perda cinzas; MS = matéria seca; MO = matéria orgânica; NH₃ = amônia; P = fósforo; COND = condutividade elétrica; PB = proteína bruta; T = tempo; PBxT = proteína bruta versus tempo.

Em relação ao tempo de exposição da ração a água, apenas os parâmetros de fósforo e condutividade elétrica apresentaram diferenças estatísticas ($P<0,001$). Os maiores valores de fósforo foram observados nos aquários que ficaram expostos as rações por maior tempo. Esta mesma tendência foi observada para a condutividade elétrica da água, onde os maiores valores foram observados para as rações expostas após 20 minutos.

O desdobramento da interação entre proteína bruta e tempo de exposição da ração para o fósforo (Figura 1) demonstra que o maior teor de fósforo na água foi obtido para a ração com maior teor protéico e maior tempo de exposição a água, não diferindo ($P<0,05$) das rações com 36 e 30% de proteína combinada com 15 e 20 minutos de exposição, respectivamente.

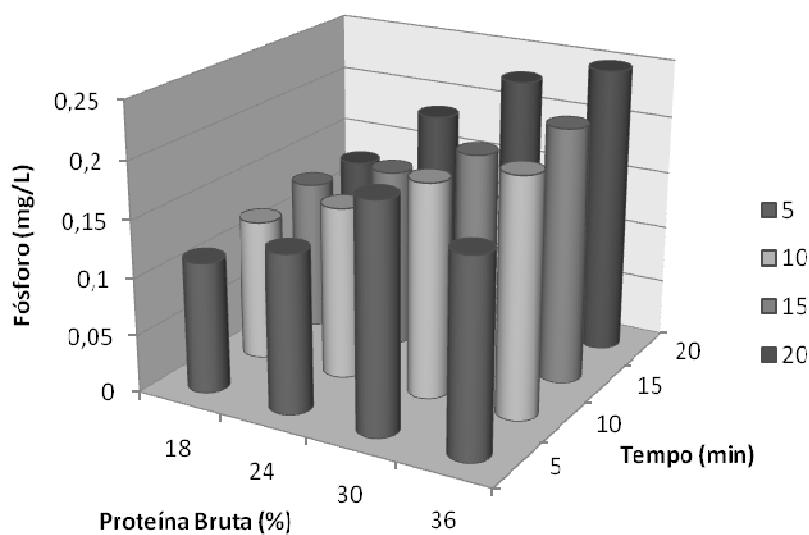


Figura 1. Desdobramento da interação entre proteína bruta e tempo para o fósforo (mg.L^{-1}) da água dos aquários

Todas as rações podem sofrer perdas de seus nutrientes na água, variando de acordo com a sua composição (ingredientes utilizados) e com o processamento empregado, sendo ainda mais ou menos aproveitado pelos animais, dependendo do estado nutricional e da fase dos peixes. Entretanto as recomendações para que o alimento fique disponível na água é de dez minutos (Cantelmo, 2002), o que não implica em qualidade estável, pois além de perder nutrientes durante este tempo, prejudica a estabilidade dos peletes íntegros para a atratividade interferindo no consumo da ração. Todavia, esses alimentos sofrem alterações, pois a partir de um determinado momento, os peixes passam a não aproveitar os nutrientes presentes nas rações necessários para o crescimento.

O processo de extrusão é um ótimo meio para inativar os fatores anti-nutricionais, e envolve, além do componente térmico, o trabalho mecânico, que causa a quebra das paredes celulares dos grãos, melhorando a digestibilidade dos nutrientes (Bellaver e Snizek, 1999) e a conversão alimentar (Signor, 2008). Através da extrusão, todo amido da dieta é gelatinizado, porém, em alguns casos onde o nível protéico é elevado (acima de 42% de PB), a quantidade de amido presente na ração não é suficiente para proporcionar estabilidade das rações na coluna da água. Desta forma quanto maior a concentração de amido na ração mais eficiente é a extrusão o que é característico em rações com baixo teor protéico melhorando a estabilidade dos peletes na coluna da água. Dessa forma a principal contribuição do amido para as

propriedades físicas da ração é sua ação ligante ou coesiva no produto final (Soares Júnior *et al.*, 2004).

As diferentes fontes de processamento em rações podem interferir nos desempenho produtivos, segundo Neu *et al.* (2011) observaram que dietas extrusadas e posteriormente trituradas proporcionam maior comprimento para a espécie mandi pintado (*Pimelodus britskii*). Signor (2008) relata que a rações extrusadas proporcionam maior ganho de peso em tilapias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) em relação às dietas peletizadas e fareladas. Furuya *et al.* (1998) relatam que a dieta extrusada proporciona melhor desempenho, porém, o menor custo com a alimentação por quilograma de peixe produzido é obtido com a dieta peletizada. Toyama *et al.* (2000) avaliando dieta farelada, relatam que a mesma apresenta pouca estabilidade na água, sofrendo altas perdas por lixiviação e solubilização dos nutrientes em função da degradação das partículas alimentares, dessa forma é exigida maior suplementação de vitaminas nas dietas.

A formulação da ração (Tabela 1) demonstra que os ingredientes são adicionados em função do nível protéico, e por isso ocorre essa variação na percentagem de ingredientes. Conforme aumenta o nível protéico ocorre aumento da farinha de vísceras e farelo de soja e redução do milho que contém amido. Esta variação proporciona um nível de amido que decresce de 44 para 23,84%, para as dietas com 18 e 36% de proteína bruta, respectivamente.

Outro fator que contribuiu para os resultados observados para o fósforo foi a inclusão de fósforo inorgânico (fosfato bicálcico) para manter o nível de fósforo total de 1,1% nas rações. Cabe ressaltar que, com maiores teores de proteína nas rações há maior dependência por alimentos protéicos (farinha de vísceras de aves e farelo de soja), que contém maior quantidade fósforo, esses alimentos podem ter maior solubilidade e lixiviar ao longo do tempo.

Pode-se observar os maiores teores de cinzas e menor de matéria seca na ração com 18% de proteína bruta, pois estas rações apresentavam maior inclusão de fósforo inorgânico (3,02%). Por outro lado, os maiores teores de matéria orgânica da ração, amônia, fósforo e condutividade elétrica da água, ocorreram para as rações com maiores teores de proteína, isto ocorreu devido aos ingredientes que compõem as rações (Tabela 1).

O tempo de exposição em que os péletes foram submetidos não influenciaram na perda da proteína da ração, mesmo após 20 minutos na água, entretanto, pode-se observar que quanto maior o tempo de exposição da ração na água maior os teores de fósforo e condutividade elétrica da água. Demonstrando que quanto mais tempo a ração fica em contato com a água, maior as perdas de nutrientes e possível deterioração da qualidade dessa água. Os

valores de condutividade elétrica da água aumentam em função da quantidade de nutrientes disponíveis, desta forma, indica que em ambientes produtivos pode aumentar a produtividade primária ocasionando redução na transparência da água e consequentemente falta de oxigênio dissolvido nos primeiros horários da manhã ou em dias sem luminosidade.

Inúmeros fatores intervêm na qualidade da água, o que exige a realização de estudos detalhados dos processos físicos, químicos e biológicos que sucedem tanto em sistemas naturais quanto em artificiais (Carmouze, 1994). O fósforo é um mineral importante no metabolismo animal, participando inclusive na formação do ATP, é adicionado às rações a base de milho e farelo de soja, como os demais minerais. Porém, nem todo fósforo suprido é metabolizado pelos peixes, parte dele é repassada para a água por meio de lixiviação da ração e outra parte é liberada pelas fezes (Araripe *et al.*, 2006). Portanto, estudos com estabilidade de rações são necessários, visto que conforme a dinâmica do ambiente, pode haver maiores perdas de nutrientes das rações, e com isso, maior custo com alimentação dos animais.

Conclusão

Os maiores níveis protéicos e os maiores tempos de exposição da ração à água proporcionam maior apporte de nutrientes para o ambiente, diminuindo os nutrientes das rações.

Agradecimentos

Ao Grupo de Estudos em Manejo e Aquicultura (GEMAq) e a Universidade Estadual do Oeste do Paraná campus Toledo por disponibilizar a estrutura e viabilizar o experimento.

Referências

ALMEIDA, G. S. C. **Suplementação Dietética de vitamina C, Desenvolvimento e Sanidade de Pacu (*Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887).** 47 f. 2003. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

ARARIPE, M.N.B.A.; FRANÇA SEGUNDO, L.F.; LOPES, J.B.; ARARIPE, H.G.A. Efeito do Cultivo de Peixes em Tanques Rede sobre o Aporte de Fósforo para o Ambiente. **Revista Científica de Produção Animal**, v.8, n.2, p.56-65, 2006.

BARROWS, F.T.; STONE, D.A.J.; HARDY, R.W. The effects of extrusion conditions on the nutritional value of soybean meal for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Aquaculture**, Amsterdam, v.265, p.244-252, 2007.

BELLAVER, C.; SNIZEK JR, P. N. Processamento da soja e suas implicações na alimentação de suínos e aves. In: Congresso Brasileiro de Soja/Fórum da Soja na Alimentação Animal e Qualidade do Grão Para a Indústria. 1999, Londrina. **Anais...** Londrina: Embrapa, p.183-199.

BOSCOLO, W.R.; HAYASHI, C.; MEURER, F. Digestibilidade aparente da energia e nutrientes de alimentos alternativos e convencionais para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*, L.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2, p.539-545, 2002.

CANTELMO, O.A.; PEZZATO, L.E.; BARROS. M.M.; PEZZATO. A. C. Características físicas de dietas para peixes confeccionadas com diferentes aglutinantes. **Acta Scientiarum Maringá**, v.24, n.4, p.949-955, 2002.

CARMOUZE, J. P. O. **Metabolismo dos ecossistemas aquáticos - Fundamentos teóricos, métodos de estudo e análises químicas**: Editora FAPESP. 253p, 1994.

CYRINO, J.E.P., BICUDO, A.J.A., SADO, R.Y., BORGHESSI, R., DAIRIKI, J.K. A nutrição de peixes e o ambiente. Palestra. In: I Simpósio de Nutrição e Saúde de Peixes, Unesp otucatu,SP. **Anais...** Botucatu: Aquanutri, Cd-rom. 2005.

CHENG, Z.J.; HARDY, R.W. Effects of extrusion and expelling processing, and microbial phytase supplementation on apparent digestibility coefficients of nutrients in full-fat soybeans for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Aquaculture**, Amsterdam, v.218, p.501-514, 2003a.

CHENG, Z.J.; HARDY, R.W. Effects of extrusion processing of feed ingredients on apparent digestibility coefficients of nutrients for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Aquaculture Nutrition**, United States, v.9, p.77-83, 2003b.

EL-SAYED, A. F. M. Alternative dietary protein sources for farmed tilapia, *Oreochromis* spp. **Aquaculture**, v.179, n.1-4. p.149-168, 1999.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos.** ZENEVON, O.; PASCUET, N.S.; TIGLEA, P. (orgs) - São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, p. 1020; versão eletrônica. 2008.

FURUYA, W.M.; SOUZA, S.R.; FURUYA, V.R.B.; HAYASHI, C.; RIBEIRO, R.P. Dietas peletizadas e extrusadas para machos revertidos de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.), na fase de terminação. **Ciência Rural**, v.28, n.3. p.483-487, 1998.

JONG KIANG, M. Principles of aquaculture feed production by cooking extruder. In. CHANG, Y.K.; WANG, S.S.; MONTEROS, J. E. **Advances in extrusion technology: aquaculture animal feeds and foods.** São Paulo, Águas de Lindóia: p.107-114, 1998.

KUBITZA, F. **Nutrição e alimentação dos peixes.** Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. 1997. 74p.

MACKERETH, J. F. H.; HERON, J. & TALLING, J. F. Water analysis: some revised methods for limnologists. **Freshwater Biological Association**, n.36, 121p, 1978.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of warmwater, fishes and shellfishes:** nutrient requirements of domestic animals. Washington, D.C: 1993. 114p.

NEU, D.H.; DIEMER, O.; SARY, C.; SOUZA, E.R.; FEIDEN, A.; BOSCOLO, W.R. **Processamento da dieta para larvas de mandi-pintado *Pimelodus britskii*.** Archivos de Zootecnia (no prelo), 2011.

PEZZATO, L.E. The use of extruded feed in fish food. In. CHANG, Y.K.; WANG, S.S. MONTEROS, J. E. **Advances in extrusion technology: aquaculture/animal feeds and foods.** São Paulo, Águas de Lindóia: p.35-42, 1998.

PEZZATO, L.E.; MIRANDA, E.C.; BARROS, M.M. Digestibilidade aparente de ingredientes pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.4, p.1595-1604, 2002.

SAS Institute Inc. **SAS User's guide statistics**. 9^a ed, Cary, North Caroline: SAS Institute Inc., 9.1.3. 2004.

SIGNOR, A.A. **Processamento de rações e utilização de complexo multienzimático na produção de juvenis de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)**. Dissertação (Mestrado Zootecnia) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná. 2008. 50 p.

SOARES JUNIOR, M. S.; CALIARI, M.; CHANG, Y. K. Substituição do farelo de soja por farelo integral em rações extrusadas para aquicultura. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.34, n.1. p.29-37, 2004.

STIVERS, T. E. Feed Manufacturing. In GAUDET, J. L. Report of the 1970 workshop of fish feed technology and nutrition. **Resour. Publ. Bur. Sport Fish.**, New York p. 14-42.

STRICKLAND, J.D.H.; PARSONS, T.R. A practical handbook of sea water analysis. Fish Res. Board of Canada. Ottawa. 1972. 310p.

VIEIRA, J.S; LOGATO, P.V.R.; PEREZ RIBEIRO, P.A.; FREITAS, R.T.F.; FIALHO, E.T. Efeito do processamento do milho sobre o desempenho e composição de carcaça de piaba (*Leporinus friderici*) criada em tanques-rede. **Ciência Agropecuária**, Lavras, v.29, n.2, p.453-458, 2005.

TOYAMA, G.N. Suplementação de vitamina C em rações para reversão sexual da tilápia do Nilo. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.57, n.2, p.221-228, 2000.