



UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
CAMPUS LARANJEIRAS DO SUL
CURSO DE ENGENHARIA DE AQUICULTURA

ANGELITA MUZZOLON

**INFLUÊNCIA DE DIFERENTES TIPOS E PROPORÇÕES DE AGLUTINANTES
NUTRITIVOS NA ESTABILIDADE FÍSICA DE RAÇÕES ORGÂNICAS
PELETIZADAS PARA PEIXES**

LARANJEIRAS DO SUL

2014

ANGELITA MUZZOLON

**INFLUÊNCIA DE DIFERENTES TIPOS E PROPORÇÕES DE AGLUTINANTES
NUTRITIVOS NA ESTABILIDADE FÍSICA DE RAÇÕES ORGÂNICAS
PELETIZADAS PARA PEIXES**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação
apresentado como requisito para obtenção de grau de
Bacharel em Engenharia de Aquicultura da
Universidade Federal da Fronteira Sul.

Orientadora: Profa. Dra. Maude R. de Borba

LARANJEIRAS DO SUL

2014

DGI/DGCI - Divisão de Gestão de Conhecimento e Inovação

Muzzolon, Angelita

Influencia de diferentes tipos e proporções de aglutinantes nutritivos na estabilidade física de rações orgânicas peletizadas para peixe / Angelita Muzzolon. -- 2014.

30 f.:il.

Orientadora: Maude R. de Borba.

Trabalho de conclusão de curso (graduação) - Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de Engenharia de Aquicultura , Laranjeiras do Sul, PR, 2014.

1. Nutrição de peixes. 2. Aglutinantes nutritivos. I. Borba, Maude R. de, orient. II. Universidade Federal da Fronteira Sul. III. Título.

ANGELITA MUZZOLON

**INFLUÊNCIA DE DIFERENTES TIPOS E PROPORÇÕES DE AGLUTINANTES
NUTRITIVOS NA ESTABILIDADE FÍSICA DE RAÇÕES ORGÂNICAS
PELETIZADAS PARA PEIXES**

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado como requisito para a obtenção de grau de Bacharel em Engenharia de Aquicultura da Universidade Federal da Fronteira Sul.

Orientadora: Prof.^a Dra. Maude Regina de Borba

Este trabalho e conclusão de curso foi defendido e aprovado pela banca em:
16/12/2014.

BANCA EXAMINADORA



Prof.^a Dra. Maude Regina de Borba - UFFS



Prof. Dr. Marcos Weingartner – UFFS



Prof.^a Dra. Silvia Romão – UFFS

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente aos meus pais, à minha mãe, Laura, e o meu pai Marcos pelo apoio incondicional durante os primeiros anos de faculdade, agradeço a eles por estarem sempre ao meu lado em todas as etapas da minha vida, agradeço também pelo incentivo e pela cobrança quando necessária, com toda certeza sem o apoio de vocês não teria conseguido chegar até aqui.

Ao meu querido esposo, Wilson R. Mayer pelo grande apoio, compreensão e companheirismo durante toda a graduação.

Aos meus avós Lauro e Tereza pelo imenso apoio.

Aos meus amigos Samara, Diego, Naiara, Eder, Renato agradeço pelo companheirismo e pelas demonstrações de apoio nos momentos difíceis, e pelos ótimos momentos que me proporcionaram, das muitas risadas aos momentos sérios, ao lado de pessoas especiais como estas, sempre desfrutamos de momentos inesquecíveis.

À minha adorada orientadora professora Maude R. de Borba, pelo apoio e acompanhamento no decorrer dos trabalhos e também pelas correções e sugestões na elaboração deste trabalho.

Ao professor Marcos Weingartner, meus agradecimentos pelos esclarecimentos relacionados a estatística.

A banca examinadora, meu muito obrigado.

Por todos que de uma forma ou outra, contribuíram para a realização deste trabalho, os meus sinceros agradecimentos.

“A persistência é o caminho do êxito.” (Charles Chaplin)

RESUMO

Em aquicultura, quanto menor for a dissolução na água e lixiviação de nutrientes da ração, maior será o aproveitamento do alimento pelos peixes e menor a poluição do meio aquático, sendo que a adição de aglutinantes pode influenciar diretamente a estabilidade das rações. Neste sentido, o presente estudo teve como objetivo avaliar a influência de três tipos de aglutinantes nutritivos (milho, farinha de trigo e farelo de trigo), adicionados em diferentes proporções na formulação com intuito de verificar a estabilidade física e o custo de rações artesanais orgânicas para peixes. Foram preparadas seis rações orgânicas isoproteicas (36% PB), isolipídicas (8,4% Lip.) e aproximadamente isoenergéticas (3330 Kcal/Kg), as quais continham em sua formulação basal farinha de peixe e farelo de soja como ingredientes proteicos, premix mineral/vitamínico, óleo de soja e como aglutinantes nutritivos foram testados os seguintes alimentos e proporções: 100% milho, 100% farinha de trigo, 100% farelo de trigo, 50 %milho + 50% Farinha de trigo, 50% milho + 50% farelo de trigo e 50% farinha de trigo + 50% Farelo de trigo. As variáveis analisadas foram o tempo máximo de flutuação dos grânulos, tempo de turgidez máxima, tempo máximo de agregação e lixiviação da matéria seca. Dentre os aglutinantes nutritivos avaliados, o milho mostrou-se o mais adequado para a inclusão em dietas peletizadas para peixes, pois conferiu boas características físicas à ração e apresentou melhor custo. A farinha de trigo demonstrou ser um ótimo aglutinante, contudo, a inclusão deste ingrediente acarretou em aumento no custo da ração. Já o farelo de trigo, apesar de custo mais acessível, apresentou limitações de utilização em função do seu elevado teor de fibras, que resultou em prejuízos quanto a estabilidade física das dietas.

Palavras – chave: Aglutinação, lixiviação, dieta orgânica, piscicultura

ABSTRACT

In aquaculture, as less is the diet leaching and dissolution in water, greater will be its use by fish and lower the pollution of aquatic ambient. Therefore, the addition of binders are recommended and can directly influence the diet stability. In this sense, the present study aimed at evaluating the influence of three types of nutritional binders (maize, wheat flour and wheat bran), added in different proportions in the formulation in order to verify the physical stability and the cost of organic handmad diet for fish. Six isoproteic (36% CP), isolipidic (8.4% Lip.) and approximately isocaloric (3330 kcal/kg) organic diets were prepared. They contained in its basal formulation fishmeal and soybean meal as protein ingredients, premix mineral/vitaminic, soybean oil and as nutritious binders the following ingredients and proportions were tested: 100% corn flour; 100% wheat flour; 100% wheat bran; 50% corn + 50% wheat flour; 50% corn + 50 % wheat bran and 50% wheat flour + 50% wheat bran. The variables analyzed were the maximum time floating of the pellets, maximum turgidity time, maximum time of pellet aggregation and leaching of dry matter. Among the nutritional binders evaluated, corn proved to be the most appropriate for inclusion in pelleted diets for fish because promoted good physical characteristics to the feed and showed better cost. The wheat flour has proven to be a great binder, however, the inclusion of this ingredient resulted in increase of diet cost. The wheat bran, although more affordable, presented limitations of use due to its high fiber content, which resulted in diet physical stability losses.

Key-words: Agglutination, leaching, organic diet, fish farming

LISTA DE ABREVIATURAS

°C – Graus Celsius

L - Litro

Atm – atmosfera

Kg – Quilogramas

Kcal – Quilocaloria

UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina

UFFS - Universidade Federal da Fronteira Sul

FDA – Fibra em detergente ácido

Mi – Milho

Fare. Tri – Farelo de trigo

Fari. Tri - Farinha de trigo

Mi + Fare. Tri – Milho + Farelo de trigo

Mi + Fari. Tri – Milho + Farinha de trigo

Fare. Tri + Fari. Tri - Farelo de trigo + Farinha de trigo

Min - minutos

Mm – milímetros

Seg - segundos

TMF – Tempo Máximo de Flutuação

TTM – Tempo de Turgidez Máxima

TMA – Tempo máximo de Agregação

LSM – Lixiviação da Matéria seca

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 OBJETIVOS	15
2.1 OBJETIVO GERAL	15
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
3 MATERIAL E MÉTODOS	16
3.1 INGREDIENTES E DIETAS EXPERIMENTAIS.....	16
3.2 TESTES DE ESTABILIDADE DAS DIETAS EXPERIMENTAIS	18
3.3 ANÁLISES ESTATÍSTICAS	20
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
5 CONCLUSÃO	26
REFERÊNCIAS	27

1 INTRODUÇÃO

A aquicultura é o setor de produção de alimentos de origem animal que mais cresce mundialmente, complementando e, em alguns casos, até mesmo substituindo o pescado proveniente da pesca extrativista. O potencial desta atividade para enfrentar os desafios da segurança alimentar e gerar empregos e ganhos econômicos vem sendo claramente demonstrado pelo seu rápido crescimento, que tem atingido taxas médias anuais na ordem de 8,8% desde a década de oitenta (WATANABE, 2002; FAO, 2012). Todavia, a aquicultura quando conduzida de maneira inadequada, além de implicar em perdas econômicas, pode causar prejuízos para o ambiente (MENTE et al., 2006; MONTBELLER FILHO, 2008; AMIRKOLAIE, 2011).

Na piscicultura os gastos com alimentação podem representar até 70% do custo total de produção. A nutrição e manejo alimentar de peixes apresenta relação direta com a produtividade dos sistemas, com a qualidade da água e com o impacto ambiental decorrente dos efluentes produzidos pela atividade (CYRINO et al., 2010; BUENO et al., 2012). O impacto ambiental causado pela piscicultura resulta principalmente do enriquecimento dos recursos hídricos com nutrientes (eutrofização) como nitrogênio e fósforo, no aumento de sólidos dissolvidos e acúmulo de matéria orgânica nos sistemas de cultivo (CHO; BUROU, 2001; AMIRKOLAIE, 2011). Dentre as principais estratégias para reduzir o impacto ambiental em aquicultura está a escolha dos ingredientes, o balanceamento e processamento adequados da dieta (SPADOTTO; RIBEIRO, 2006). Quanto menor for a dissolução na água e lixiviação de nutrientes da ração, maior será o aproveitamento do alimento pelos peixes e menor a poluição do meio aquático (CANTELMO, 2002; CYRINO et al., 2010). Desta forma, é fundamental formular as dietas aquícolas levando em consideração não somente as exigências nutricionais da espécie produzida, mas também buscar a composição e o processamento adequados, para que apresentem propriedades físicas desejáveis, as quais permitam o seu rápido consumo e utilização pelos animais (NRC, 2011).

O tipo de processamento e a adição de aglutinantes podem influenciar diretamente a estabilidade das rações na água (OBALDO; TACON, 2002). As formas de processamento amplamente utilizadas no preparo de dietas para aquicultura são a peletização e extrusão (VIEIRA et al., 2005; RODRIGUES; FERNANDES, 2006). A peletização consiste em compactar mecanicamente a dieta, por meio do aquecimento (50 a 60 °C) pelo atrito mecânico durante a prensagem da mistura dos ingredientes

pelos rolos compressores contra a matriz, ou pelo uso prévio de vapor com temperaturas em torno de 120 °C, elevando a temperatura da mistura para uma faixa entre 50 a 90 °C (MILLAN, 1987). Durante o processo de peletização, ocorre a gelatinização parcial do amido, que proporciona melhor aglutinação dos ingredientes e melhora das características físicas da dieta (RODRIGUES; FERNANDES, 2006). Já a extrusão envolve alta pressão (30 a 60 atm), umidade e temperaturas elevadas (130-150°C) (YOSHITOMI,2004), resultando em mudanças físicas e químicas do alimento, com maior gelatinização do amido, que confere elevada estabilidade à dieta, e inativação de alguns fatores antinutricionais (CHENG; HARDY, 2003). Por tratar-se de um processamento mais simples e menos oneroso, a peletização é comumente adotada na preparação de dietas artesanais para peixes destinadas a estudos científicos ou mesmo para fabricação e utilização pelos próprios produtores em suas pisciculturas.

Quanto ao uso de aglutinantes em dietas aquícolas, existem variados produtos aglutinantes não nutritivos no mercado (lignosulfonatos, alginatos, carboximetilcelulose, bentonita, goma guar etc.). Os lignosulfonatos são polímeros complexos extraídos por processo químico da madeira, os alginatos são derivados de algas marrons, a carboximetilcelulose é um derivado hidrossolúvel de celulose sendo um subproduto da indústria de papel, a bentonita é derivada de argila e a goma guar é obtida a partir do endosperma da planta (*Cyamopsis tetragonolobus*) (VILLAGRA,2006). Mas a utilização destes implica em aumento de custos e os resultados obtidos com a sua utilização variam consideravelmente, havendo, inclusive, relatos de efeitos negativos, com prejuízo no crescimento e até mesmo morte em algumas espécies (GABAUDAN, 1987; ROSAS et al., 2008). Segundo Cantelmo et al. (1999), os aglutinantes não nutritivos são conhecidos por reduzir a digestibilidade em algumas espécies e em outras tem-se aferido que influenciam no conteúdo de umidade das fezes, na velocidade de passagem pelo trato digestivo, na ingestão de alimentos, afetando ainda no balanço de minerais e no crescimento dos peixes.

Em rações orgânicas, é recomendado o uso de produtos naturais, preferencialmente de procedência orgânica certificada (BRASIL, 2011). Assim, a utilização de produtos ou subprodutos da agroindústria que permitam substituir os aglutinantes não nutritivos é de grande interesse para o setor aquícola, pois além de minimizar custos, não acarretam problemas fisiológicos aos animais (PEZZATO et al.,

1995), especialmente no caso de dietas orgânicas utilizadas em sistemas de produção agroecológico. Adicionalmente, é importante destacar que não existe no mercado nacional nenhuma ração orgânica comercial para peixes, tornando prioritário o desenvolvimento de estudos voltados para elaboração de rações orgânicas destinadas à piscicultura agroecológica.

O amido é considerado um polímero natural pois é formado por dois polissacarídeos (amilase a amilopectina), ou seja, é um carboidrato formado pela união de moléculas α - glicose. Desta forma, o amido presente em ingredientes como milho, trigo e outros é um importante aglutinante, pois age como agente ligante se expandindo durante o processo de fabricação através do aumento da temperatura, pressão e umidade. A gelatinização do amido é crucial na elaboração de dietas para peixes, sendo que a quantidade necessária de amido para que ocorra a flutuação dos grânulos é em torno de 18 a 22% (SOLOMON et al., 2011).

Ao se considerar o uso de determinado ingrediente para elaboração de rações destinadas a alimentação de peixes, dentre outros fatores, deve-se atentar principalmente para o preço, disponibilidade e logística de entrega. Segundo Pastore et al. (2014), o preço da ração não deve exceder 25% do valor de mercado da espécie cultivada. Este valor pode servir de referência para a escolha das matérias primas utilizadas na formulação das dietas, pois quando a espécie alcança um alto valor de mercado, o uso de ingredientes mais caros pode ser vantajoso, tendo em vista que estes normalmente apresentam melhor qualidade nutricional. De toda forma, sendo a aquicultura uma atividade econômica, é fundamental avaliar os custos envolvidos na produção, devendo-se sempre buscar a máxima qualidade possível do alimento com o menor custo.

Neste sentido, vislumbrando a possibilidade do próprio produtor fabricar a ração em sua propriedade, objetivou-se com o presente trabalho avaliar a eficiência da inclusão de diferentes tipos e proporções de aglutinantes nutritivos (milho, farinha de trigo e farelo de trigo) para aumentar a estabilidade física de rações orgânicas e verificar qual o melhor custo das rações peletizadas para peixes.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

- Elaboração de dietas orgânicas que mantenham as suas características físicas o maior tempo possível quando em contato com a água.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar a influência de três tipos de aglutinantes nutritivos (milho, farinha de trigo e farelo de trigo), adicionados em diferentes proporções na formulação, na estabilidade física de rações artesanais peletizadas orgânicas para peixes;
- Avaliar a influência de três tipos de aglutinantes nutritivos (milho, farinha de trigo e farelo de trigo), adicionados em diferentes proporções na formulação, no custo de rações artesanais peletizadas orgânicas para peixes.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 INGREDIENTES E DIETAS EXPERIMENTAIS

O presente trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Aquicultura da Universidade Federal da Fronteira Sul, *campus* Laranjeiras do Sul – PR. Foram preparadas seis rações orgânicas, isoproteicas (36% PB), isolipídicas (8,4% Lip.) e aproximadamente isoenergéticas (3330 Kcal/Kg), para avaliar o efeito de diferentes tipos e proporções de aglutinantes nutritivos. As dietas foram formuladas visando atender a Instrução Normativa Interministerial MAPA/MPA nº 28/2011 (BRASIL, 2011), a qual menciona quais alimentos são permitidos para utilização em sistema orgânico de produção. A farinha de peixe utilizada foi proveniente do aproveitamento de resíduos da indústria de processamento de peixes (COPISCES), para a suplementação das dietas com micronutrientes foi utilizado premix mineral/ vitamínico (NUTRON) e todos os demais ingredientes foram de procedência orgânica certificada (Gebana Brasil). Para fins de formulação das dietas, a farinha de peixe e os ingredientes nutritivos testados, exceto a farinha de trigo, foram enviados para análise de composição centesimal (Tabela 1) no Laboratório de Nutrição de Espécies Aquícolas da Universidade Federal de Santa Catarina (Labnutri/UFSC). Na ocasião, quando os ingredientes foram enviados para análise a farinha de trigo ainda não estava disponível, desta forma, foram utilizados valores tabelados de sua composição centesimal, assim como para o óleo de soja (ROSTAGNO et al., 2005). As rações continham em sua formulação basal farinha de peixe e farelo de soja como ingredientes proteicos (adicionados em todas as dietas na proporção fixa de 0,93:1 = far. peixe: fare. soja), premix mineral/vitamínico, óleo de soja e como aglutinantes nutritivos foram testados os seguintes alimentos e proporções: 100 %Milho (Mi), 100% Farinha de trigo (Fari. Tri), 100% Farelo de trigo (Fare. Tri), 50 %Milho + 50% Farinha de trigo (Mi+Fari. Tri), 50% Milho + 50% Farelo de trigo (Mi+Fare. Tri) e 50% Farinha de trigo + 50% Farelo de trigo (Fari. Tri+Fare. Tri) (Tabela 2). O balanceamento das dietas foi realizado com auxílio de uma planilha eletrônica (Microsoft Excell 2013). Para padronização dos diâmetros das partículas, todos os ingredientes secos foram previamente moídos (TRAPP picador/triturador TRF 750) e peneirados (<1,0 mm). As dietas foram preparadas misturando-se inicialmente os ingredientes secos, adicionando-se em seguida o óleo e, por fim, a água a 50°C. A massa homogênea resultante foi passada em um equipamento moedor de carne (C.A.F.) através de uma

matriz com orifício de 3mm e os filamentos produzidos foram levados para secagem em estufa a 60°C por quatro hora. Após secagem, as dietas foram embaladas em sacos plásticos hermeticamente fechados e armazenadas no freezer a -20°C até sua utilização nos testes de estabilidade.

Tabela 1. Composição centesimal dos ingredientes proteicos e aglutinantes nutritivos¹

Ingredientes	MS (%)	Proteína Bruta (%)	Extrato etéreo (%)	FDA ² (%)	Cinzas (%)	ENN ³ (%)
Farinha de peixe	92,46	65,62	12,93	-	23,93	-
Farelo de soja orgânico	90,11	48,26	8,41	6,48	6,15	30,70
Farelo de trigo orgânico	89,71	19,01	4,06	8,01	4,63	64,33
Farinha de trigo Orgânica ⁴	86,93	12,26	1,7	2,65	0,47	72,50
Milho orgânico	88,14	9,08	4,74	1,48	1,09	83,62
Óleo de soja ⁴ orgânico	-	-	99,6	-	-	-

¹ Labnutri/UFSC – Segundo AOAC (1999)

² Fibra em detergente ácido

³ Extrativo não nitrogenado = 100 – (cinzas + lipídios + fibra + proteína bruta)

⁴ Valores tabelados (Rostagno, 2005)

Tabela 2. Ingredientes e composição centesimal das dietas experimentais (% da matéria seca).

Ingredientes	Dietas ¹						R\$/Kg de ingrediente
	Mi.	Fare. Tri	Fari. Tri	Mi + Fare. Tri	Mi + Fari. Tri	Fari. Tri + Fare. Tri	
Farinha de peixe ²	25	20,6	24	23	24,5	22,5	1,95
Farelo de Soja orgânico ³	33	27	31,6	30,4	32,3	29,5	2,20
Farinha de trigo orgânico ³	0	0	41	0	20,3	22,4	2,70
Farelo de trigo orgânico ³	0	49,5	0	22,1	0	22,4	1,50
Milho orgânico ³	40	0	0	22,1	20,3	0	0,85

Óleo de soja orgânico ³	0,5	1,4	1,9	0,9	1,1	1,7	2,00
Premix Vitamin/mineral ⁴	1	1	1	1	1	1	16,00
Sal	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4
R\$/Kg de ração	1,73	1,92	2,47	1,82	2,09	2,22	-
Composição centesimal							
Matéria seca	92,0	93,6	92,5	94,0	93,1	92,9	-
Proteína Bruta (%)	36	36	36	36	36	36	-
Lipídio (%)	8,4	8,3	8,4	8,4	8,3	8,4	-
Cinzas (%)	9,4	9,8	8,8	9,6	9,1	9,3	-
Fibra (%)	2,7	5,7	3,1	4,0	2,9	4,3	-
ENN (%) ⁵	43,6	40,1	39,4	42	41,6	39,7	-
Energia Digestível (Kcal/kg) ⁶	3400	3324	3314	3366	3352	3320	-
Relação E/P (Kcal ED g PB ⁻¹) ⁷	9,4	9,2	9,2	9,3	9,3	9,2	

¹Dietas – aglutinantes nutritivos: Milho (Mi); farelo de trigo (Fare. Tri); farinha de trigo (Fari. Tri); Milho + farelo Trigo (Mi + Fare. Tri); milho+ farinha de trigo (Mi + Fari. Tri); farinha de trigo + farelo de trigo (Fari. Tri + Fare. Tri).

²Copisces, Toledo /PR

³Gebana Brasil – Cataratas do Iguaçu Produtos orgânicos Ltda, Capanema/PR

⁴Composição unidades/kg de premix: antioxidante 0,6g; ácido fólico 250mg; ácido pantotênico;5,000mg; biotina 125mg; niacina 5,000mg; vitamina A 1,000,000 IU; tiamina 1,250mg; cianocobalamina 3,750mg; riboflavina 2,500mg; piridoxina 2,485mg; ácido ascórbico 42,000mg; vitamina D3 500,000 IU; vitamina E 20,000 IU; vitamina K3 500mg; cobalto 25mg; cobre 2,000mg; ferro 13,820 mg; iodo 100mg; manganês 3,750mg; selênio 75mg e zinco 17,500mg.

⁵Extrato não nitrogenado = 100 – (cinzas +lipídios + fibra + proteína bruta)

⁶Segundo JOBLING (1983)

⁷Relação energia/proteína

3.2 TESTES DE ESTABILIDADE DAS DIETAS EXPERIMENTAIS

A resistência física das dietas foi avaliado conforme Cantelmo (2002), sendo verificado o tempo máximo de flutuação dos grânulos (TMF), tempo de turgidez máxima (TTM), tempo máximo de agregação (TMA) e lixiviação da matéria seca (LMS). Para determinação do TMF dos grânulos dos diferentes tratamentos, dez grânulos de cada dieta foram simetricamente distribuídos em bandejas flutuantes.

Essas bandejas apresentavam fundo telado com malha < 1mm, impedindo assim a perda do material depositado. As bandejas foram cuidadosamente introduzidas em recipiente plástico retangular com 6L de água parada e temperatura

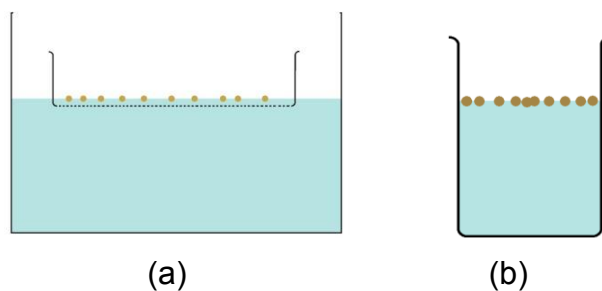
constante (30°C) a determinação do tempo médio de flutuação (segundos marcados com auxílio de cronometro) de 20 amostras para cada tratamento (Figura 1).

Também foi determinado o tempo de turgidez máxima (TTM) dos grânulos de cada dieta. Para tanto, em um becker de 250 ml, 200 ml de água com temperatura sempre constante (30°C), foram introduzidos dez grânulos, sendo considerado como tempo de turgidez máxima o momento no qual 40% destes apresentaram alteração de sua forma original (enturgecidos), com 20 repetições para cada tratamento.

Para a determinação do tempo máximo de agregação (TMA) foi utilizada a metodologia apresentada para a determinação do tempo de turgidez máxima, sendo adotado como o momento no qual pelo menos 50% dos grânulos apresentaram desagregados (forma parcial de dieta farelada), com 10 repetições para cada tratamento.

Para determinação da lixiviação de matéria seca (LMS), 12 g de cada tratamento foram acondicionados nas mesmas bandejas utilizadas para determinação do TMF, as quais foram cuidadosamente introduzidas no recipiente com 6L de água, sem turbulência, por 10 minutos, com 3 repetições por tratamento. Posteriormente, os grânulos foram cuidadosamente removidos da bandeja e submetidos à secagem em estufa à 105°C até peso constante (vinte e quatro horas). Após cada repetição a água do aquário foi substituída. No sentido de se obter as correções necessárias para a matéria seca original e medir as porcentagens reais de lixiviação, grânulos dos diferentes tratamentos, não submetidos ao contato com a água, também foram secos.

Figura 1. Teste de tempo de flutuação e lixiviação da Matéria seca (a); teste de tempo de turgidez máxima e tempo máximo de agregação das dietas (b).



Fonte: Muzzolon, 2014

3.3 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Foram aplicados testes de homogeneidade dos dados (Shapiro-Wilk), sendo realizado transformação destes pela formula $x = 1/\sqrt{x}$ quando necessário. Após confirmada a normalidade dos dados, foi realizado análise de variância (ANOVA) de fator único das variáveis TTM, TMA, LSM, seguida do teste de separação de médias Duncan ($P < 0,05$). Já para variável TMF não foi possível obter normalidade dos dados, então aplicou-se o teste não paramétrico de Kruskal – Wallis e em seguida o teste de separação de médias de Mann – Whitney ($P < 0,05$). O programa estatístico utilizado foi o Assistat®.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados de tempo máximo de flutuação (TMF), tempo de turgidez máxima (TTM), tempo máximo de agregação (TMA) e lixiviação da matéria seca (LMS) das dietas experimentais encontram-se sumarizados na Tabela 3.

Para a variável TMF (segundos), foi verificada diferença significativa entre os tratamentos. As dietas “Mi” e “Fare. Tri” não diferiram entre si e resultaram em grânulos com maior capacidade de manterem-se na superfície da água ($59,4 \pm 53,7$; $40,1 \pm 29,5$ segundos, respectivamente). Já as dietas em que foram misturados os ingredientes nutritivos (“Mi+Fare. Tri”, “Fare. Tri+Fari. Tri”), e somente “Fari. Tri” apresentaram menor tempo de flutuação e não diferiram entre si (respectivamente, $2,2 \pm 1,2$; $6,45 \pm 4,5$; $21,6 \pm 29,5$ segundos). Constatou-se, ainda que a dieta “Mi+Fari. Tri” apresentou menor capacidade de manter-se na superfície da água com média de apenas 2,2 segundos.

A estabilidade física das dietas granuladas, quando em contato com a água, está na dependência quantitativa e qualitativa do aglutinante presente, bem como de interações e reações do processo de produção (SOARES, 2004). De acordo com Stivers (1971), o grau de estabilidade das rações está diretamente relacionado com a extensão da gelatinização durante o condicionamento a vapor. Enquanto o processo de extrusão implica na gelatinização total do amido e expansão dos grânulos, conferindo menor densidade e maior capacidade de flutuação dos mesmos, na peletização ocorre parcial gelatinização do amido, devido a menor temperatura e pressão no momento do processamento, resultando em grânulos com alta densidade que afundam mais rapidamente na água. Pastore et al. (2012), destacam que o milho é um ingrediente rico em amido, o qual auxilia na expansão do pélete durante o processamento, esta afirmação vem de encontro com a observação feita por Cantelmo et al. (2002), o qual verificou que dietas que apresentavam milho + farelo de trigo e amido de mandioca em sua composição resultaram em grânulos com melhor capacidade de manterem-se na superfície da água, demonstrando a ação gelatinizante do amido e confirmando, assim, a qualidade deste como aglutinante. No presente estudo, todavia, as misturas dos aglutinantes nutritivos não favoreceram a flutuabilidade dos grânulos

Tabela 3. Resultado dos testes de estabilidade aplicados em dietas peletizadas com diferentes fontes e proporções de aglutinantes nutritivos.

Dietas (Aglutinantes nutritivos)	Tempo máx. de flutuação (seg.)	Tempo de Turgidez máx. (seg.)	Tempo máx. de agregação (min)	Lixiviação da MS (%)
Mi	40,1 ± 29,46 ^a	62,45 ± 13,02 ^a	16,27 ± 2,12 ^b	1,96 ± 0,16 ^c
Mi + Fari. Tri	2,2 ± 1,15 ^c	50,20 ± 4,41 ^{bc}	12,26 ± 2,29 ^b	2,65 ± 0,95 ^{bc}
Mi + Fare. Tri	4,1 ± 2,97 ^{bc}	41,80 ± 7,56 ^d	6,31 ± 1,97 ^d	5,24 ± 0,60 ^a
Fare. Tri	59,4 ± 53,73 ^a	44,05 ± 11,33 ^{dc}	8,53 ± 2,13 ^c	4,64 ± 0,34 ^{ab}
Fare. Tri + Fari. Tri	6,45 ± 4,53 ^{bc}	40,10 ± 6,18 ^d	7,71 ± 0,93 ^c	4,30 ± 2,87 ^a
Fari. Tri	21,6 ± 29,51 ^b	52,1 ± 10,19 ^{ba}	31,97 ± 4,19 ^a	2,84 ± 0,25 ^{bc}

Médias (± DP) na mesma linha com letras diferentes sobrescritos são estatisticamente diferentes ($P < 0,05$).

Em relação ao parâmetro TTM (segundos), observou-se que as dietas “Fare. Tri”, “Mi+Fare. Tri”, e “Fare. Tri+Fari. Tri” não apresentaram diferença significativa ($P > 0,05$) e levaram aos piores resultados, ou seja, aos menores tempo de turgidez (respectivamente, 44,0±11,3; 41,8±7,7 e 40,1±6,2 seg). Tal verificação vai de encontro às colocações de Pastore et al. (2012), os quais destacam que o farelo de trigo é um ingrediente que apresenta elevada percentagem de fibra em sua composição, limitando desta forma sua inclusão nas dietas, dado que o excesso de fibras reduz a resistência do pélete. O presente estudo corrobora esta informação, uma vez que de fato foi verificado uma perda das características físicas das dietas que apresentaram farelo de trigo em sua composição. Todavia, contrariando esta constatação, Brum (2005) afirma que a adição de farelo de trigo em rações peletizadas para aves resulta em maior capacidade de aglutinação, melhorando a qualidade do pélete. Cabe destacar que no caso de rações para aves não há o contato direto com a água, como na aquicultura, a qual certamente potencializa os problemas de estabilidade física das dietas

O TTM é o momento em que o grânulo apresenta a característica física inicial, mas com volume grande de água, este seria o limite de manutenção da estabilidade física. Assim, esta variável retrata a qualidade do processamento e do aglutinante. Nestes termos, destaca-se a superioridade da dieta “Mi”, que tinha apenas o milho como aglutinante nutritivo e apresentou o maior tempo de turgidez (62,4±13,0 seg), não diferindo da dieta Fari. Tri a qual por sua vez não diferiu da dieta Mi+ Fari. Tri, que apresentaram tempos respectivamente superiores de 62,4, 52,1 e 50,2 segundos. De acordo com Lovell (1988), o tempo ideal de estabilidade do pélete na água é de pelo

menos dez minutos, sendo imprescindível que seja resistente a penetração da água. Assim, mesmo os melhores resultados de TTM verificados neste estudo ainda não enquadram-se como recomendáveis, uma vez que o maior tempo médio foi de apenas 62 segundos para a dieta milho. Todavia, o tipo de processamento certamente é fator determinante em relação a este parâmetro e provavelmente tem influência sobre o mesmo.

Para a variável TMA foi possível verificar maior tempo para a dieta “Fari. tri” (31,97±4,2 min) que apresentou-se superior ($P<0,05$) às demais. Já as dietas “Mi” e “Mi+Fari. Tri”, respectivamente 16,3±2,1 e 12,3 ±2,3 min, não diferiram significativamente entre si ($P>0,05$) e foram superiores as dietas “Fare. Tri” e “Fare. Tri+Fari. Tri”, ainda estas apresentaram-se com um tempo maior de agregação do que verificado com a dieta “Mi+Fare. Tri” (respectivamente, 8,5±2,1; 7,7±0,9 e 6,31±1,97 min). Desta forma, constatou-se que farinha de trigo é um aglutinante eficiente, sendo que a dieta “Fari. Tri” e as demais que apresentavam farinha de trigo em sua composição apresentaram bons resultados.

Segundo Pezzato (1995), a estabilidade ideal de uma ração é de pelo menos 15 minutos, assim, em relação ao TMA, os resultados obtidos (32 a 12 min) com as dietas experimentais “Fari. Tri”, “Mi” e “Mi+Fari. Tri” foram muito bons, pois superaram ou se aproximaram bastante do tempo mencionado pelo referido autor. Hilton e colaboradores (1981) afirmam que a estabilidade da dieta não precisa ser superior a 30 minutos, o que destaca como excepcional a estabilidade da dieta “Fari Tr.”. Entretanto, nenhuma das dietas testadas poderia ser classificada como ideal por Hastings et al. (1971), que recomendam estabilidade dos péletes na água entre 40 e 60 minutos.

Para a variável LMS (%) não houve diferença significativa entre as dietas “Mi”, “Mi+Fari. Tri” e “Fari. Tri”, as quais apresentaram os melhores resultados, ou seja, as menores perdas quando em contato com água (respectivamente, 1,96±0,16; 2,65±0,95; 2,84±0,25%). Estes resultados vão de encontro com Soares Júnior e colaboradores (2004), os quais afirmam que quanto maior a concentração de amido na ração mais eficiente é o processamento, melhorando a estabilidade dos péletes na água. Assim, a principal contribuição do amido para as propriedades físicas da ração é sua ação ligante ou coesiva no produto final. As dietas “Fare. Tri”, “Fare. Tri + Fari. Tri” e “Mi + Fare. Tri” não diferiram entre si e apresentaram as maiores perdas quando em contato com a água (4,6±0,3; 4,3 ± 2,9 e 5,2 ± 0,6%, respectivamente).

As características agregantes demonstradas pelas dietas em relação aos demais parâmetros avaliados se repete para a lixiviação de matéria seca. Novamente as dietas que continham milho e farinha de trigo em sua composição apresentaram as menores perdas quando em contato com a água. Robinete (1977) destaca que um grânulo de boa qualidade não deve apresentar perdas superiores a 10% de matéria seca após permanência por um período de dez minutos em contato com a água. No presente estudo, a estabilidade na água de todas as dietas mostraram-se excelentes, tendo em vista que a dieta que apresentou maior perda por lixiviação, a “Mi+Fare Tri”, teve apenas 5,24% de perda de matéria seca. Entretanto, é necessário destacar a importância de realizar análises para conhecimento efetivo das perdas por lixiviação dos nutrientes da dieta (proteína, lipídios, carboidratos e minerais, principalmente) que por falta de estrutura laboratorial não foram efetuadas neste trabalho, mas o serão em estudos futuros.

A estabilidade físico-química das dietas granuladas, quando em contato com a água, está na dependência quantitativa e qualitativa do aglutinante presente, bem como das interações e reações do processo de produção (NRC, 2011). Pezzato e colaboradores (1995) mencionam que o farelo de trigo em níveis de até 6% na dieta é semelhante a farinha de trigo quanto as características aglutinantes na confecção de dietas peletizadas. Os autores destacam ainda que o farelo de trigo é um ingrediente próprio para alimentação animal, devendo substituir a farinha de trigo, pois esta é utilizada para alimentação humana, não sendo adequado ocorrer competição por este alimento.

Adicionalmente, o fator custo é muito importante na escolha do ingrediente a ser utilizado e é outro aspecto limitante para o uso da farinha de trigo em rações para peixes. No presente estudo, verificou-se claramente o aumento no custo de produção da ração com a inclusão de farinha de trigo, sendo a ração mais cara a que continha em sua composição apenas este ingrediente como aglutinante nutritivo (R\$2,47/kg). O milho, apesar de também ser um alimento utilizado diretamente na alimentação humana, mostrou-se mais interessante para a confecção de dietas para a aquicultura, pois apresenta custo mais baixo e os resultados obtidos de estabilidade física das dietas peletizadas com a inclusão deste ingrediente nutritivo foram excelentes. Por outro lado, em estudo realizado por Pereira e colaboradores (2013) os resultados demonstraram que a substituição do milho por ingrediente mais barato pode ser economicamente interessante. Os autores testaram a substituição do milho por farinha

de crueira de mandioca na proporção de 0, 20, 40, 60, 80 e 100%, obtiveram redução linear do custo, o qual partia de R\$ 1,43 por kg para a dieta controle e R\$ 1,21 para a dieta com 100% de substituição, destacando, desta forma, que o milho pode ser substituído sem causar danos no desempenho e ainda obter um menor custo por quilo de ração produzida.

Em aquicultura, é prioritária a elaboração de dietas eficientes, ambientalmente amigáveis e economicamente viáveis, ou seja, que promovam o máximo crescimento dos animais, gerando o menor impacto ambiental e mais baixo custo possíveis. Assim, este estudo deverá ter continuidade, quando serão avaliados a influência do tipo de processamento nas características físicas das rações, bem como outros aspectos relacionados.

5 CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos, dentre os ingredientes testados é possível afirmar que o milho é o aglutinante nutritivo mais adequado para a inclusão em dietas peletizadas para peixes, pois confere boas características físicas à ração e apresenta melhor custo. A farinha de trigo também demonstra ser um ótimo aglutinante, contudo, a inclusão deste ingrediente na formulação acarreta em aumento expressivo no custo por Kg de ração. Já o farelo de trigo, apesar de custo mais acessível, apresenta limitações de utilização em função do seu elevado teor de fibras, que dependendo da quantidade adicionada na formulação podem resultar em prejuízos quanto a estabilidade física das dietas,

REFERÊNCIAS

- AMIRKOLAIE, A. K. **Reduction in the environmental impact of waste discharged by fish farms through feed and feeding**. Reviews in Aquaculture, v. 3, n. 1, p. 19-26, 2011.
- ANTONIO, C. **Efeito da extrusão e da peletização sobre a digestibilidade da fração proteica e da energia de alimentos para juvenis de tilapida do Nilo**. 2004. 59f. Monografia (Trabalho de graduação em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2004.
- ARANA, L.V. **Aqüicultura e desenvolvimento sustentável. Subsídios para a formulação de políticas de desenvolvimento da aqüicultura brasileira**. Florianópolis: Ed. da UFSC, 1999.
- BRASIL. **Instrução Normativa Interministerial MAPA/MPA nº 28 de 08/06/2011**. Publicado no Diário Oficial em 09.06.2011. Disponível em: <http://www.normaslegais.com.br/legislacao/in_mapa_mpa28_2011.htm>. Acesso em: 10/09/2013.
- BUENO, G.W.; FEIDEN, A.; NEU, D.H.; LUI, T.A.; WACHTER, N.; BOSCOLO, W.R. **Digestibilidade do fósforo em dietas como estratégia nutricional para redução de efluentes da tilapicultura**. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec., v.64, n.1, p.183-191, 2012.
- BRUM, R.A.P. O trigo na alimentação de aves. Embrapa suínos e aves. Concordia: 2005. Disponível em: <<http://www.bichoonline.com.br/artigos/embrapave0006.htm>>. Acesso em 05/12/14.
- CANTELMO, O.A.; PEZZATO, L.E.; BARROS, M.M.; PEZZATO, A.C. **Características físicas de dietas para peixes confeccionadas com diferentes aglutinantes**. Acta Scientiarum, v. 24, n. 4, p. 949-955, 2002.
- CANTELMO, A. O.; PEZZATO, E. L.; BARROS, M. M.; RIBEIRO, R. A. M. **Influência de diferentes aglutinantes na digestibilidade aparente da matéria seca e da proteína, no pacu (*Piaractus mesopotamicus*) arraçoados com rações elaboradas com ou sem vapor**. Acta Scientiarum. p. 277-282, 1999.
- CHO, C.Y.; BUREAU, D. P. A. **Review of diet formulation strategies and feeding systems to reduce excretory and feed wastes in aquaculture**. Aquaculture Research, v. 32, p. 349-360, 2001.
- CHENG, Z.J.; HARDY, R.W. **Effects of extrusion processing of feed ingredients on apparent digestibility coefficients of nutrients for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*)** Aquac. Nutr. v. 9, p. 77–83, 2003.
- CYRINO, J.E.P.; BICUDO, A.J.A.; SADO, R.Y.; BORGHESI, R.; DAIRIKI, J.K. **A piscicultura e o ambiente – o uso de alimentos ambientalmente corretos em piscicultura**. R. Bras. Zootec., v.39, p.68-87, 2010.

FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations - **Fisheries and Aquaculture Department, 2013. The state of world fisheries and aquaculture.** 2012. Disponível em: <http://www.fao.org/docrep/016/i2727e/i2727e00.htm>. Acesso em 31 de julho de 2014.

FEDRIZI, L. F. B. **Digestibilidade de nutrientes, crescimento e variáveis metabólicas em tilápias do nilo alimentadas com fontes de carboidratos peletizadas, extrusadas ou cruas.** 2009. 188f. Tese – (Doutorado em Aquicultura) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2009.

FOGAÇA, J. **Amido é um polissacarídeo formado pela união de moléculas de α -glicose da amilose e da amilopectina, sendo armazenado em diferentes órgãos vegetais.** Disponível em: <http://www.brasilecola.com/quimica/amido.htm>. Acesso em 29/12/14.

GABAUDAN, J. Studies of nutrients ADC in sea bass (*Dicentrarchus labrax*). II. **Effects of Na alginate on protein and lipid.** *Ifremer publication, Nutrition Series*, p. 1-8, 1987.

HASTINGS, W. H.; PREYERS, S. P.; BUTLER, D.P. **A Commercial process for water – stable fish feed.** *Feedstuffs*, V.43, n. 47, p. 38-39, 1971.

HILTON, J.W.; CHO, C. H.; SLINGER, S. J. **Effect of extrusion processing and steam pelleting diets on pellet durability, pellet water absorption, and the physiological response of rainbow trout (*Salmo gairdneri*).** *Aquaculture*, v.25, n.7, p.185-194, 1981.

KUBITZA, F.; ONO, F. **Piscicultura familiar como ferramenta para o desenvolvimento e segurança alimentar no meio rural.** *Panorama da Aquicultura*, Rio de Janeiro: V.117, jan/fev. 2010.

JAUNCEY, K. 1982. **A guide to tilapia: feed and feeding.** Institute of Agriculture University of Stirling, Stirling.111 p

JOBLING, M. (1983) **A short review and critic of methodology used in fish growth and nutrition studies.** *Journal of Fish Biology* 23, 685-703.

LOVELL, R. T. **Significant aspects of feed preparation for feeding catfish.** Auburn Department of fishwrier and allied Aquacultures – Auburn University, 1988.

METAILLER, R., C. MANANT & C. DEPIERRE. 1978. **Stable inert microparticles used for the fish larval rearing the use of alginates.** p. E/42. In Symposium of Finfish and Feed Technology. Szarus, Ireland.

MENTE, E.; PIERCEI, G.J.; SANTOS, M.B.; NEOFITOU, C. **Effect of feed and feeding in the culture of salmonids on the marine aquatic environmet: a**

synthesis for European aquaculture. *Aquaculture International*, v. 14, n. 5, p. 499-522, 2006.

MILLÁN, L.M.; HERRERO, A. V.; GUERRERO, I.C. **Tecnología de fabricación de piensos para la acuicultura.** In. MONTEROS, J. E. de los; LABARTA, U. *Alimentación en acuicultura.* Madrid: Comisión Asesora de Investigación Científica y Técnica, p. 131-166, 1987.

MONTIBELLER Filho, G. **Maricultura e meio ambiente: a experiência da Escócia como alerta para o Brasil.** *Textos de Economia*, v. 8, n. 1, p. 193-206, 2008.

NRC - **National Research Council.** *Nutrient Requirements of Fish and Shrimp.* National Academy Press, Washington, DC, USA, 2011.

NRC (**National Research Council**). *Nutrient requirements of warm water fishes and shellfishes.* National Academy Press, Washington. 102 p, 2011.

OBALDO, L.G.; TACON, A.G. **Method for determining the physical stability of shrimp feeds in water.** *Aquaculture Research*, v. 33, p. 369-377, 2002.

PASTORE, G.C.S.; GAIOTTO, R.J.; RIBEIRO, S. A. F.; NUNES, P. J. A. Boas práticas de fabricação e formulação de rações para peixes. In: **Nutriaqua nutrição e alimentação de espécies de interesse para a aquicultura brasileira.** Florianópolis: Sociedade brasileira de aquicultura e biologia aquática, 2012.p .295-343.

PEREIRA JUNIOR, P. G.; PEREIRA, O. M. E; FILHO, P. M. et al. **Desempenho produtivo de juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum* CUVIER,1818) alimentados com rações contendo farinha de cueira de mandioca (*Manihot esculenta*, CRANTZ) em substituição ao milho (*Zea mays*).** *Acta amazônica*. Vol.43(2) p. 217-226, 2013.

PEZZATO, L.E.; MILANESI, C.; BARROS, M.M.; CARRATORE, C.R.; PEZZATO, A.C. **Estabilidade química de dietas para organismos aquáticos confeccionadas com aglutinantes nutritivos.** *B. Inst. Pesca*, 22 (1), p. 125-131, 1995.

PEZZATO, E. L.; MOURA, A. M. M.; BARROS, M. M. et. Al. **Estabilidade física de pellets protegidos por diferentes produtos impermeabilizantes.** *Pesquisa agropecuária brasileira*, Brasília, V.32, n.7, p. 731 – 737, 1995.

ROBONETE, H. R. 1977. Feed manufacture, p. 44-49. In R.T. Lovell. **Nutrition and feeding of channel catfish.** Southern Cooperative Series Bulletin, n.218. Auburn University, Auburn: 115 p

RODRIGUES, L.A.; FERNANDES, J.B.K. **Influência do processamento da dieta no desempenho produtivo do acará bandeira (*Pterophyllum scalare*).** *Acta Sci. Anim. Sci.*, v. 28, n. 1, p. 113-119, 2006.

ROSAS, C.; Tut, J.; BAEZAB, J.; SÁNCHEZA, A.; SOSSA V.; PASCUAL, C.; ARENAA L.; DOMINGUESC, P.; CUZOND, G. **Effect of type of binder on growth, digestibility, and energetic balance of (*Octopus maya*).** *Aquaculture*, v. 275, n. 1-4, p. 291-297, 2008.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, T. F. L.; DONZELE, L. J.; et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 2° ed. – Viçosa: UFV, 186 p.; 2005.

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

SPADOTTO, C.; RIBEIRO, W. **Gestão de resíduos na agricultura e agroindústria**. São Paulo: FEFAP, 2006.

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

SOLOMON, G. S.; ATAGUBA, A. G.; ABEJE, A. **Water stability and flotation test of fish pellets using local starch sources and yeast (*Seccahromyces cereviscie*)**. Int. j. Latest trends Agr. Food. Sci. Vol. - 1, n. 1, 2011.

STIVERS, T. E. **Feed manufacturing**, p. 14-42. In Gaudet, J. L. Report of the 1970 workshop of fish feed technology and nutrition. Resour. Publ. Bur. Sport Fish, New York. 1971.

VIEIRA, J.S.; LOGATO, P.V.R.; RIBEIRO, P.A.P.; 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 Agrotecnológica, v.29, n. 2, p.453-458, 2005.

VILLAGRA, E. V. R.; VALLE, do M. V. C.; SANTIVE, B. M. Ministério da fazenda secretaria de acompanhamento econômico, 2006. Disponível em: http://www.cade.gov.br/plenario/Sessao_380/Pareceres/ParecerSeae-2006-08012-001950-BorregaardLimited-MelbarLtda.pdf . Acesso em 02/01/15

YOSHITOMI, B. **Effect of extrusion cooking temperature on the microstructure of extruded pellets**. Fisheries Science, v. 70, p. 1117-1163, 2004.

WATANABE, T. **Strategies for further development of aquatic feeds**. Fisheries Science, v. 68, p. 242-252, 2002.