

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
CÂMPUS DE BOTUCATU**

**TAXA DE ALIMENTAÇÃO E FREQUÊNCIA ALIMENTAR PARA
SURUBINS CRIADOS EM TANQUE REDE: DESEMPENHO
PRODUTIVO E DIGESTIBILIDADE DE PROTEÍNA**

JULIANA SVERSUT DE ALEXANDRE

**Dissertação apresentada ao
Programa de Pós-graduação em
Zootecnia como parte das exigências
para obtenção do título de Mestre**

**BOTUCATU - SP
Maio – 2010**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
CÂMPUS DE BOTUCATU**

**TAXA DE ALIMENTAÇÃO E FREQUÊNCIA ALIMENTAR PARA
SURUBINS CRIADOS EM TANQUE REDE: DESEMPENHO
PRODUTIVO E DIGESTIBILIDADE DE PROTEÍNA**

JULIANA SVERSUT DE ALEXANDRE

Zootecnista

Orientador: Prof. Dr. Claudio Angelo Agostinho

**Dissertação apresentada ao
Programa de Pós-graduação em
Zootecnia como parte das exigências
para obtenção do título de Mestre**

BOTUCATU - SP

Maio – 2010

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO UNESP -FCA - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

Alexandre, Juliana Sversut de, 1984-
A381t Taxa de alimentação e frequência alimentar para surubins criados em tanque de rede: desempenho produtivo e digestibilidade de proteína / Juliana Sversut de Alexandre.
- Botucatu : [s.n.], 2010.
vii, 51 f.: il., color., tabs.

Dissertação (Mestrado) -Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu, 2010.
Orientador: Claudio Angelo Agostinho
Co-orientador: Alexandre Ninhaus Silveira
Inclui bibliografia.

1. Surubins. 2. Manejo alimentar. 3. Tanque-rede. 4. Digestibilidade. 5. Alimentação automática. I. Agostinho, Claudio Angelo. II. Silveira, Alexandre Ninhaus. III. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. IV. Título.

Muitas vezes esta música me deu coragem para continuar...

Espera no Senhor (Eliana Ribeiro)

*Espera no senhor
Mesmo quando a vida pedir de ti mais do que podes dar
E o cansaço já fizer teu passo vacilar
Espera no senhor
Mesmo se a solidão teu peito machucar
E te der vontade de ir embora e tudo abandonar*

*Refrão
Espera no senhor
Há um Deus que te ama e ele tudo pode transformar
Seu amor te sustentará, espera n'Ele
E Ele tudo fará, tudo fará*

*Espera no senhor
Mesmo se o coração angustiado está
Por ver alguém que amas longe do Senhor andar*

*Espera no senhor
Mesmo que suas promessas demorem a se cumprir
E a vontade dele seja sacrifício para ti*

... e conseguir.

Dedicatória

Aos meus pais

Carlos Luiz de Alexandre e Elixete Iversut de Alexandre

Agradeço por todo apoio, amor, carinho e compreensão.

Sem vocês seria muito difícil concretizar este sonho...

Muito obrigada.

Ao meu irmão e minha cunhada irmã

Rodrigo e Andréia

Ao meu Noivo e futuro Marido

Antonio Henrique

Por todo amor, carinho e espera...

Aos meus Avós

Julio e Anéxia / Valtter e Aurea

Pelo apoio e exemplo de vida...

Amo muito todos vocês...

AGRADECIMENTOS

À Deus... Ele sempre soube o que era melhor para mim;

Ao meu orientador, Prof^o. Dr. Claudio Angelo Agostinho, pela dedicação, incentivo, confiança, ensinamentos e paciência;

Ao meu co-orientador e amigo, Alexandre Ninhaus Silveira e sua esposa Rosicleire Veríssimo Silveira por todo apoio e ajuda nos momentos difíceis.

À toda equipe do Setor de Aqüicultura – Cecília, Rodrigo, Eduardo Kunii, Luciano, Lucas, Rafaela e Daniel, pela amizade e ajuda. Muito obrigada;

Aos funcionários do Setor de aqüicultura – João e Obedias por toda ajuda e amizade. Sem a força de vocês seria bem mais difícil. Muito obrigada;

À Mar & Terra pelo fornecimento dos alevinos de pintado;

À toda equipe do Laboratório de Química, em especial ao Prof. Dr Pedro de Magalhães Padilha, a Vânia, ao Fabinho e ao Renato, por todos os ensinamentos e confiança;

Aos funcionários do Laboratório de Bromatologia, Renato e Gisele, muito obrigada pelo espaço e amizade;

À Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – FMVZ/UNESP, Botucatu, pelo privilégio em realizar o Mestrado em Zootecnia nesta instituição;

Aos funcionários da seção de Pós-graduação da FMVZ, Posto de Serviço Lageado, mas em especial a Seila Cristina Cassineli Vieira, que sempre estará em minhas recordações e orações.

Aos meus amigos de fé : Adriana, Jackson, Edvar, Eleide, Amilto, Gabriel e Renata. Vocês me alegraram quando a distância de casa machucava. SAUDADES;

A todos que de alguma forma colaboraram com esse trabalho;

MUITO OBRIGADA...

SUMÁRIO

	PÁGINA
CAPITULO I	
CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	01
Introdução.....	02
Tanque-rede.....	04
Frequência alimentar e taxa de arraçoamento.....	05
Manejo alimentar – automatização.....	07
Digestibilidade.....	08
REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	11
CAPÍTULO II	
DESEMPENHO PRODUTIVO DE JUVENIS DE SURUBIM (<i>Pseudoplatystoma sp.</i>) EM TANQUES-REDE, SUBMETIDOS A DIFERENTES FREQUÊNCIAS E TAXAS DE ALIMENTAÇÃO, POR MEIO DE ALIMENTAÇÃO AUTOMÁTICA	17
Resumo.....	18
Abstract.....	19
Introdução.....	20
Material e métodos.....	21
Descrição e funcionamento do dispensador automático.....	23
Biometria.....	23
Análise bromatológica do filé.....	24
Parâmetros físico-químicos da água.....	24
Análise estatística.....	24
Resultados.....	24
Discussão.....	27
Interação das frequências de alimentação com a taxas de arraçoamento.....	27
Frequência alimentar.....	29
Taxa de arraçoamento.....	30
Conclusão.....	31
REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	32
Tabela 1. Tratamentos experimentais segundo os fatores estudados.....	22
Tabela 2. Valores médios do peso média final, ganho de peso total, ganho de peso diário, conversão alimentar aparente e comprimento padrão de	

híbridos de pintado submetidos a diferentes taxas e frequências de alimentação durante 47 dias de cultivo em tanque-rede.....	25
Tabela 3. Valores médios de matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo e matéria mineral do filé de híbridos de pintado submetidos a diferentes taxas e frequências de alimentação durante 47 dias de cultivo em tanque-rede.....	26
Figura 1. Tanque-rede.....	22
Figura 2. Abrigo submerso.....	22
Figura 3. Tanques-rede no reservatório.....	22
Figura 4. Dispensador automático de ração.....	22
CAPÍTULO III	
DIGESTIBILIDADE DA FRAÇÃO PROTÉICA DIETÁRIA DE JUVENIS DE (<i>Pseudoplatystoma sp.</i>) CRIADOS EM TANQUES-REDE, SUBMETIDOS A DIFERENTES FREQUÊNCIAS E TAXAS ALIMENTAÇÃO.....	
Resumo.....	34
Abstract.....	35
Introdução.....	36
Material e métodos.....	37
Parâmetros físico-químicos da água.....	39
Análise estatística.....	41
Resultados.....	42
Discussão.....	42
Conclusão.....	43
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	46
Tabela 1. Tratamentos experimentais segundo os fatores estudados.....	40
Tabela 2. Níveis de garantia da ração e níveis reais encontrados com base em 100% de MS.....	42
Tabela 3. Valores médios do coeficiente de digestibilidade aparente da proteína bruta (CDA _{PB}).....	43
Tabela 4. Valores médios de conversão alimentar aparente dos 47 dias de cultivo em tanques-rede.....	43
Figura 1. Tanque-rede.....	39
Figura 2. Abrigo submerso.....	39
Figura 3. Tanques-rede no reservatório.....	40

Figura 4. Dispensador automático de ração.....	40
CAPÍTULO IV	
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	50

CAPÍTULO I
CONSIDERAÇÕES INICIAIS

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Introdução

O Brasil possui um grande potencial aquícola, por apresentar 8.500 km de costa marítima e 5.500 hectares de reservatório de água doce. O crescimento da piscicultura brasileira no ano de 2003 a 2004 foi de 23% e os peixes exóticos são as principais espécies cultivadas (SCORVO-FILHO, 2005) e a previsão do Ministério da Pesca e Aquicultura para 2011 é que a produção nacional de pescado, incluindo pesca e aquíicultura, chegue 1,43 milhões de toneladas.

No Brasil existe grande número de espécies que têm potencial para o cultivo, pois preenchem os requisitos necessários para a escolha de uma espécie adequada para a piscicultura (ESQUIVEL, 2005). Dentre elas, a *Pseudoplatystoma sp.*, mais conhecidos como pintados ou surubins, que são peixes de água doce apreciados em praticamente todo o território nacional, em função da qualidade de sua carne e esportividade para pesca, sendo considerado um dos mais nobres e de maior valor comercial no Brasil (INOUE et al., 2008; CREPALDI et al., 2006). Por apresentar características comerciais e zootécnicas desejáveis, como rápido crescimento e eficiente conversão alimentar, a produção de surubins vem crescendo no Brasil, principalmente na Região Centro-Oeste (PILECCO et al., 2008). Estes peixes podem alcançar 1,5 kg em média no período de um ano, com índices de conversão alimentar entre 1,7-2,5 (INOUE et al., 2008).

Apesar de possuir grande potencial zootécnico, o cultivo desta espécie apresenta limitações relacionadas ao manejo alimentar, por ser carnívora, podendo se alimentar de ração quando condicionada. Além disso, tem hábito noturno (BALDISSEROTO e GOMES, 2005), e só se alimenta durante o dia quando submetido à treinamento.

O gênero *Pseudoplatystoma*, ao qual pertence o pintado, possui três espécies: *P. coruscans* (também grafado *P. corruscans* por vários autores), nativa da bacia do Paraná e do São Francisco; *P. fasciatum*, presente nas bacias do Paraná e Amazônica, sendo ambas chamadas respectivamente de cachara e surubim; e *P. tigrinum*, nativa apenas da bacia amazônica, onde é conhecida pelos nomes de caparari, pirambucu ou surubim (BALDISSEROTO e GOMES, 2005). As três espécies são muito semelhantes entre si, mudando apenas o formato das manchas negras sobre o fundo cinza/oliva.

O pintado, assim como todos os siluriformes, tem o corpo recoberto por couro e sem escamas, roliço e alongado, a cabeça achatada, três pares de barbilhões próximos a boca e o primeiro raio das nadadeiras dorsal e peitorais constitui-se de um acúleo forte e pungente (BRITSKI et al., 1988).

Dentro da piscicultura, o cultivo de híbridos tem recebido especial atenção, com o objetivo de aproveitar as características favoráveis das espécies parentais, bem como melhorar o seu desempenho para a exploração em cativeiro. A hibridação como técnica praticada em explorações aquícolas pretende melhorar o nível de produção, de maneira que o sistema se torne mais competitivo e o produto final tenha maior aceitação dos consumidores (BOTERO et al., 2004).

A criação de espécies nativas em grandes reservatórios mostra-se de suma importância. Segundo Agostinho e Júlio Junior (1999), a piscicultura é considerada o principal mecanismo de dispersão de espécies exóticas para novos ambientes, pois os escapes do cativeiro para ambientes abertos são inevitáveis, conforme diagnósticos feitos em diversos países, inclusive no Brasil. Aproximadamente 117 espécies de peixes de água doce têm sido introduzidas em diferentes regiões do mundo, entre as quais se destacam a carpa (*Cyprinus carpio*), introduzida em 50 países, a truta-arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*), em 48 países e diferentes espécies de tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) introduzidas em quase todos os países de clima tropical (PÉREZ, 1994).

Além dos efeitos causados pela introdução de espécies exóticas, os peixes migradores (de piracema) vêm sendo dizimados em ritmo acelerado sem que técnicas adequadas de produção sejam estabelecidas, em função do desconhecimento da sua bioecologia. Os surubins além de vulneráveis ao grande esforço da pesca, ainda são constantemente ameaçados pelas alterações das características ambientais. As barreiras das hidrelétricas impedem a transposição dos peixes à cabeceira para a reprodução, comprometendo a perpetuação da espécie (ZANARDI et al., 2008).

Segundo Crepaldi et al. (2006), a falta de dados concretos das exigências nutricionais nas diferentes fases de crescimento fazem com que as deficiências na nutrição desses peixes sejam responsáveis por altos índices de mortalidade, além de baixa eficiência alimentar e baixo desempenho. Contudo, a tecnificação da criação de pintados também deve ser reavaliada, pois geralmente é realizada em tanques escavados, o que dificulta o manejo e o controle da produção, que seria facilitado se estes fossem criados em tanques-rede, que se destacam como sistema intensivo de produção com baixos custos de implantação.

Tanque-Rede

A criação de peixes em tanques-rede não possui origem bem definida. Acredita-se que os primeiros tanques-rede foram utilizados por pescadores, como estruturas de manutenção até que os peixes pudessem ser comercializados. Foram desenvolvidos a partir de armadilhas de madeira ou bambu, onde os peixes eram alimentados com restos de outros peixes ou alimentos residenciais (BEVERIDGE, 1987).

Beveridge (1987) define tanques-rede como estruturas flutuantes de variados formatos e tamanhos, constituídos por redes ou telas que permitem a passagem livre da água. Estas estruturas oferecem proteção contra predadores e dificultam a competição por alimentos com outros peixes. A técnica pode ser implantada no mar, estuários, lagos, lagoas, rios, em represas formadas por nascentes, antigos locais de mineração, canais de irrigação e grandes reservatórios (COELHO e CYRINO, 2006).

O Brasil conta com extensas áreas de estuários, assim como as áreas de água represada e dos lagos artificiais, onde a pesca artesanal deixou de ser atividade de renda para as populações locais pela redução dos estoques pesqueiros. Implantar a aquicultura, principalmente com o uso de tanques-rede nestas áreas, possibilita a redução da pressão exercida pela pesca e pode aumentar a renda familiar, contribuindo com o desenvolvimento sócio-econômico do país (ESQUIVEL, 2005).

O sistema de produção em tanques-rede é considerado superintensivo, com fluxo contínuo da água que permite o aumento da densidade de estocagem, atingindo 50 a 300 alevinos/m³, proporcionando controle eficaz da produção, devido à maior possibilidade de intervenção por parte dos produtores. No Brasil, a utilização deste sistema de criação de peixes tem crescido nos últimos anos. Estima-se que o maior desenvolvimento seja na criação de tilápias (ZIMMERMANN e FITZSIMMONS, 2004).

A tilápia-do-nilo vem sendo estudada em tanques-rede por diversos autores e isto contribuiu para o grande crescimento da sua cadeia produtiva. Os surubins e várias espécies nativas apresentam grande potencial neste seguimento de produção, mas ainda existem poucos estudos na produção destes peixes em tanques-rede.

Dentre as espécies nativas que foram estudadas e que apresentaram desempenho aparentemente satisfatório em tanque-rede destacam-se o *Brycon amazonicus* (BRANDÃO et al., 2005), *Colossoma macropomum* (BRANDÃO et al., 2004; GOMES et al., 2004), *Astyanax bimaculatus* (VILELA e HAYASHI, 2001; HAYASHI et al., 2004), *Piaractus mesopotamicus* (MELLO et al., 1996), *Arapaima gigas* (CAVERO et al., 2003; BRANDÃO et al., 2006), *Leporinus macrocephalus*

(GONÇALVES et al., 2002). Estes trabalhos demonstram estudos preliminares para cada espécie, servindo de base para futuros trabalhos que auxiliem na estruturação da cadeia produtiva das espécies que apresentarem-se mais produtivas neste sistema.

Scorvo Filho et al. (2008) compararam o desempenho do *P. coruscans* criado em tanques-rede de 2,0 m³ com densidade de estocagem de 150 e 300 peixes, com os peixes criados em viveiros escavados de 600m² com 450 animais. O peso inicial médio dos peixes utilizados em todos os tratamentos foi de 72,82g e foram utilizadas três repetições para cada tratamento, totalizando seis tanques-rede e três tanques escavados. Os peixes criados em viveiros escavados apresentaram melhor desempenho produtivo, com peso médio final de 1.179,17g, enquanto que os peixes dos tratamentos em tanques-rede apresentaram peso médio final de 782,31g. Já Coelho e Cyrino (2006) trabalhando apenas em tanques-rede, com o híbrido de pintado (*P.coruscans* x *P. fasciatum*) em densidades de 50, 75, 100 e 125 peixes/m³ e Turra et al. (2009), nas mesmas condições do trabalho anterior, mas com densidades de 35, 70 e 105 peixes/m³, concluíram que o ganho de peso individual diminui conforme o aumento da densidade, mas o menor custo fixo foi atribuído para a maior densidade de estocagem, pois a biomassa final por tanque-rede aumentou consideravelmente e o tempo de duração do ciclo produtivo diminui.

Freqüência alimentar e taxa de arraçoamento

O manejo alimentar adequado é muito importante, pois o ajuste da quantidade e do tempo de alimentação evita que os animais consumam grandes quantidades em cada refeição, comportamento comum quando alimentados poucas vezes ao dia, melhora a eficiência de assimilação dos nutrientes e diminui o desperdício de ração (DIAS-KOBERSTEIN et al., 2004; RABE e BROWN, 2000).

A determinação da freqüência ideal de alimentação, quando esta é administrada de forma manual, deve visar o melhor aproveitamento da mão de obra, uma vez que esse item influencia significativamente nos custos de produção de peixes (SCORVO FILHO, 1998; GUERRERO-ALVARADO, 2003; JOMORI et al., 2005). Conforme relatado por Carneiro e Mikos (2005), a freqüência correta de fornecimento do alimento é fator importante dentro do manejo alimentar, pois estimula o peixe a procurar pelo alimento em momentos pré-determinados, podendo contribuir para a obtenção de melhor conversão alimentar, incrementar o ganho de peso, uniformizar o lote, além de possibilitar maior oportunidade de observação do estado de saúde dos

peixes. O estabelecimento da melhor freqüência de arraçoamento contribui ainda para redução do desperdício de alimento, manutenção da qualidade da água e redução dos custos de produção (CARNEIRO e MIKOS, 2005).

Um dos fatores que determinam a freqüência alimentar dos peixes é o estágio de desenvolvimento dos animais, sendo que os peixes jovens (pós-larvas e alevinos) apresentam maior atividade metabólica e necessitam de maior freqüência no fornecimento do alimento em relação aos animais adultos (MURAI e ANDREWS, 1976; FOLKVORD e OTTERRA, 1993). Espécies de peixes onívoros com estômago pequeno, como a tilápia, *Oreochromis niloticus*, procuram o alimento mais freqüentemente por apresentarem limitação na capacidade de armazenamento de alimento. Já algumas espécies herbívoras e as carnívoras possuem estômago grande e podem ingerir grande quantidade de alimentos num único momento, mantendo-se saciados por longo período (TUCKER e ROBINSON, 1991), não significando que estejam bem nutridos.

O efeito da freqüência alimentar no crescimento do peixe pode variar de espécie para espécie. Ruohonen et al. (1998) forneceram dois tipos de dietas (seca e úmida) para truta, *Oncorhynchus mykiss*, 1, 2 e 4 vezes ao dia e observaram aumento no crescimento dos peixes associado ao aumento na freqüência alimentar.

Sousa (2007) observou conversão alimentar de 1,40 para tilápias alimentadas seis vezes ao dia e conversão alimentar de 1,04 para tilápias alimentadas 24 vezes ao dia. A partir destes resultados o autor afirmou que a maior freqüência de arraçoamento pode resultar em economia de 360 kg de ração para cada tonelada de peixe produzido, aumentando a viabilidade econômica da tilapicultura, com menor impacto ambiental.

Canton et al. (2007) trabalhando com *Rhamdia quelen*, submeteram estes peixes a quatro freqüências alimentares (1, 2, 3 e 4 vezes/dia) e observaram que o crescimento específico foi melhor nos peixes que pertenciam ao tratamento de quatro vezes/dia. Este estudo sugere investigações mais aprofundadas do assunto, já que os peixes foram alimentados até a aparente saciedade em cada refeição.

Além da freqüência, a quantidade correta de alimento ofertada diariamente deve ser considerada, pois esta infere no custo de produção e no tempo de cultivo. Este parâmetro é muito importante para melhorar as operações de cultivo, tanto econômicas como ambientais (BUREAU et al., 2006).

A taxa de arraçoamento mostra-se importante quando se observam trabalhos como o anterior e o de Crescêncio et al. (2005), que trabalhando com pirarucu

alimentados até aparente saciedade, observaram que os peixes que recebiam alimento quatro vezes/dia, apresentaram ganho de peso e biomassa maior que nos tratamentos que eram alimentados duas vezes/dia ou noite. Mas segundo o autor, a conversão alimentar foi maior inviabilizando comercialmente a maior frequência.

Oliveira et al. (2007) testaram os níveis de arraçoamento de 2, 3 e 4% do peso vivo com frequência de 48 vezes em tilápia-do-nylo. Os autores constataram que com 4% do peso vivo, os peixes atingiram o peso comercial mais rápido, com custo de produção mais baixo, devido ao menor tempo de permanência dos peixes no viveiro, diminuindo os custos com ração e mão-de-obra.

No estudo de Silva et al. (2007), com *Colossoma macropomum*, estes testaram duas taxas de alimentação (5 e 10% PV/dia) com duas frequências de arraçoamento (2 e 3 vezes/dia) e concluíram que o tratamento com taxa de 10% e frequência de três vezes por dia, resultou em melhor desempenho e que os custos de produção foram semelhantes entre todos os tratamentos.

Hayashi et al. (2004) utilizando taxa de 10 % do peso vivo e frequências de 2, 4, 6 e 8 vezes por dia, em *Astyanax bimaculatus*, observaram que os peixes arraçoados quatro vezes por dia, apresentaram ganho de peso melhor quando comparados aos dos outros tratamentos.

Zhou et al. (2003) testaram cinco frequências de alimentação (2, 3, 4, 12, 24 refeições por dia), em juvenis de *Carassius auratus gibelio* com densidade de 263 peixes por m³, concluindo que a frequência ótima de alimentação foi a de 24 refeições ao dia. Wang et al. (1998) relataram que maior número de refeições pode produzir peixes mais uniformes. O trabalho de Sousa et al. (2008) concordou com o exposto anterior, pois ao trabalharem com *Oreochromis niloticus* também observaram que o aumento do número de refeições melhora a distribuição de ração, reduz a competição pelo alimento e proporciona maior uniformidade do lote e maior peso final dos peixes.

Manejo alimentar – automatização

Na piscicultura a alimentação manual é a forma mais utilizada; porém, quanto maior a unidade de produção, mais complexo e oneroso se torna o manejo alimentar devido à necessidade de maior número de tratadores capacitados para detectar mudanças no comportamento dos peixes e adequar o fornecimento de ração (SOUSA, 2007). A alimentação automática apresentou papel importante no desenvolvimento industrial da avicultura, pois um tratador que antes monitorava um galpão de

aproximadamente 15.000 aves em fase de recria e engorda, hoje devido à automatização do sistema de produção, consegue cuidar de quatro galpões, com aproximadamente 60.000 aves (SOUSA, 2007). Portanto, a automatização deverá também trazer benefícios para a piscicultura em tanque-rede.

Os primeiros alimentadores automáticos, utilizados em pisciculturas comerciais brasileiras, foram fabricados com dispositivo próprio para lançar a ração a grandes distâncias nos viveiros, não sendo possível adaptá-los em tanques-rede, pois, além das dificuldades operacionais, seu custo unitário é elevado. Agostinho et al. (2004) desenvolveram um dispensador automático de ração próprio para tanques-rede, que consiste em um reservatório que libera a ração em intervalos e em quantidades pré-definidas, proporcionando oferta uniforme de alimento e evitando desperdícios, além de maior controle da quantidade de ração administrada por gaiola.

Alimentação automática é uma técnica recente no Brasil e os bons resultados alcançados com *Oreochromis niloticus* (SOUSA et al., 2006; OLIVEIRA et al., 2007) e com *Carassius auratus* (KUNII et al., 2008), sugerem que os surubins também poderão se beneficiar desta técnica, pois os dispensadores automáticos de ração possibilitam a alimentação noturna e o fornecimento de ração em intervalos e em quantidades pré-definidas, proporcionando oferta uniforme de alimento e evitando desperdícios.

Digestibilidade

Vários são os fatores que podem influenciar a digestibilidade dos alimentos nos peixes, com destaque para: espécie, idade, condições fisiológicas, temperatura da água, salinidade, composição do alimento, quantidade de alimento ingerido e tamanho da partícula (HEPHER, 1988). Zhou et al. (2003) submetem peixes a tratamentos com 2, 3, 4, 12 e 24 refeições diárias e observaram que fornecendo a ração em 24 refeições diárias, a digestibilidade aparente da proteína bruta e energia foram maiores.

Para obtenção de bons resultados, a escolha do método de coleta de fezes é importante. Existem várias metodologias de coleta, dentre elas: dissecação intestinal, extrusão manual, sucção anal, pipetagem imediata na água, filtração contínua de água e decantação das fezes (ABIMORAD e CARNEIRO, 2004). Estes autores anteriormente citados, trabalhando com métodos de coleta de fezes, observaram que todos os métodos estudados podem ser adotados, com segurança, para determinação

dos coeficientes de digestibilidade da fração protéica e mineral dos alimentos, desde que usados de forma criteriosa.

Segundo o NRC (1993), a digestibilidade descreve a fração do nutriente ou da energia do alimento que não é excretada nas fezes. Para determinação da digestibilidade de alimentos para peixes são utilizados os marcadores fecais, os quais se dividem em internos, que ocorrem naturalmente nos alimentos, e os externos, que são adicionados a dieta (SULLIVAN e REIGH, 1995; AUSTRENG, 1978; RINGO, 1993; SHAHAT, 1993).

Os marcadores externos são os mais utilizados, sendo o óxido de crômio (Cr_2O_3), o que apresenta melhor aceitação por ser completamente indigestível, não absorvível e passar uniformemente através do trato digestório do animal (NEVES et al., 2009; MORAES et al., 2009; PEZZATO et al., 2004; FURUYA et al., 2001a; FURUYA et al., 2001b). Este permite maior facilidade na condução dos ensaios, não havendo necessidade de determinar a quantidade de ração consumida e de fezes produzidas (RINGO, 1993; KABIR et al., 1998). Portanto, segundo Hanley (1987), a determinação do percentual de Cr_2O_3 e dos minerais nas fezes dos peixes permite estimar o coeficiente de digestibilidade aparente dos nutrientes metabolizados, comparando-se com o percentual desse óxido misturado inicialmente na ração.

A quantificação do Cr_2O_3 nas amostras, segundo Saleh et al. (2007), apresenta inconvenientes nos procedimentos de preparo, pois normalmente é realizada por meio da mineralização da amostra por aquecimento lento em blocos digestores e utiliza a mistura nítrico-perclórica, gerando extratos ácidos contendo íons dicromato, espécie altamente tóxica. Dessa forma, o uso de sílica (SiO_2) naturalmente presente nas rações seria alternativo ao uso do Cr_2O_3 , em decorrência desta não interferir significativamente no metabolismo digestório do animal, não ser absorvida, apresentar mesma taxa de passagem pelo intestino que a dieta experimental e ser atóxica (KABIR, 1998).

Segundo Saleh et al. (2007), esta técnica permite a eliminação da etapa de mineralização das amostras o que, pela metodologia clássica utilizada nos estudos de nutrição animal, constitui-se no principal problema, além disso, permite a redução do tempo das determinações analíticas e não gera resíduos tóxicos, que possam comprometer a saúde do analista e contaminar o meio ambiente.

Os autores citados anteriormente observaram que a digestibilidade aparente dos minerais estudados, utilizando a extração ultra-sônica e adotando o SiO_2 como marcador interno, obteve resultados equivalentes ao método clássico que utiliza o

Cr₂O₃ como marcador externo, após mineralização ácida das amostras. Neves (2008) utilizando o Cr₂O₃ como marcador externo, comparou as duas técnicas de extração, por mineralização e ultra-sônica, e obteve resultados semelhantes, mostrando assim, que a metodologia ultra-sônica é eficiente na extração dos minerais estudados além de ser mais rápida e não gerar poluentes ao ambiente.

Contudo, a técnica usada por Saleh et al. (2007), que utiliza a sílica como marcador interno (SiO₂) juntamente com a extração ultra-sônica, vem para facilitar a determinação da digestibilidade aparente dos elementos, não havendo necessidade de produzir rações com marcadores externos (Cr₂O₃), pois pode-se utilizar rações comerciais que possuem naturalmente a sílica em sua composição.

Com base nessas informações, este estudo está apresentado em dois capítulos:

Capítulo II – “Desempenho produtivo de juvenis de surubim (*Pseudoplatystoma sp.*) em tanques-rede, submetidos a diferentes frequências e taxas de alimentação, por meio de alimentadores automáticos”, objetivando avaliar o desempenho produtivo de surubins criados em tanque-rede, alimentados com duas taxas de alimentação (4 e 8% do peso vivo) em três frequências de arraçoamento (6, 12 e 24 refeições/dia). A redação deste capítulo foi realizada de acordo com as normas de publicação da Revista Brasileira de Zootecnia.

Capítulo III – “Digestibilidade da fração protéica dietária de juvenis de surubim (*Pseudoplatystoma sp.*), criados em tanques-rede, submetidos a diferentes frequências e taxas de alimentação”, objetivando avaliar a digestibilidade aparente da proteína bruta, em surubins, alimentados com uma dieta comercial oferecida em 6, 12 e 24 refeições diárias com taxa de 4 e 8% do peso vivo. A redação deste capítulo foi realizada de acordo com as normas de publicação da Revista Brasileira de Zootecnia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABIMORAD, E.G.; CARNEIRO, D.J. Métodos de coleta de fezes e determinação dos coeficientes de digestibilidade da fração protéica e da energia de alimentos para o pacu, *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.5, p.1101-1109, 2004.
- AGOSTINHO, A.A.; JÚLIO JUNIOR, H.F. Peixes da bacia do alto Paraná. In: LOWEMCCONNEL, R.H. (Ed.) **Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1999. p. 374-400.
- AGOSTINHO, C.A. et al. **Dispensador automático de ração**. PI 242, 2004, p.283-296.
- AUSTRENG, E. Digestibility determination in fish using chromic oxide marking and analysis of contents from different segments of the gastrointestinal tract. **Aquaculture**, v.13, p. 265–272,1978.
- BALDISSEROTO, B; GOMES, L.C. **Espécies nativas para a piscicultura no Brasil**.. Santa Maria: Editora UFMS, 2005. 468p.
- BEVERIDGE, M.C.M. **Cage Aquaculture**. Blackwell Scientific Publication Ltd, Cambridge, Inglaterra: Fishing News Books, 1987. 351 p.
- BOTERO, M. et al. Descripción del desarrollo embrionario de zigotos híbridos obtenidos por el cruce de machos de Cachama Blanca (*Piaractus brachypomus*) y hembras de Cachama Negra (*Colossoma macropomum*). **Revista Colombiana Ciencias Pecuárias**, v. 17, p. 38-45, 2004.
- BRANDÃO, F.R. et al. Densidade de estocagem de juvenis de tambaqui durante a recria em tanques-rede. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, n.4, p.357-362, 2004.
- BRANDÃO, F.R. et al. Densidade de estocagem de matrinxã (*Brycon amazonicus*) na recria em tanque-rede. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, n.3, p.299-303, 2005.
- BRANDÃO, F.R.; GOMES, L.C.; CHAGAS, E.C. Respostas de estresse em pirarucu (*Arapaima gigas*) durante práticas de rotina em piscicultura. **Acta Amazonica**. v.36, n.3, p.349 – 356, 2006.
- BRITSKI, H.A.; SATO, Y.; ROSA, A.B.S. **Manual de identificação de peixes da região de Três Marias**. 3. ed. Brasília: CADEVASF, 1988. 115p.

BUREAU, D.P.; HUA, K.; CHO, C.Y. Effect of feeding level on growth and nutrient deposition in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss walbaum*) growing from 150 to 600g. **Aquaculture Research**, v.37, n.11. p.1090-1098, 2006.

CANTON, R. et al. Influência da frequência alimentar no desempenho de juvenis de jundiá. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.4, p.749-753, 2007.

CARNEIRO, P.C.F.; MIKOS, J.D. Frequência alimentar e crescimento de alevinos de jundiá, *Rhandia quelen*. **Ciência Rural**, v.35, n.1, p.187-191, 2005.

CAVERO, B.A.S. et al. Biomassa sustentável de juvenis de pirarucu em tanques-rede de pequeno volume. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v.38, n.6, p.723-728, 2003.

COELHO, S.R.C.; CYRINO, J.E.P. Custos na produção intensiva de surubins em gaiolas. **Informações Econômicas**, v.36, n.4, p.7-14, 2006.

CRESCÊNCIO, R. et al. Influência do período de alimentação no consumo e ganho de peso do pirarucu. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v.40, n.12, p.1217-1222, 2005.

CREPALDI, D.V. et al. O surubim na aquicultura do Brasil. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v.30, n.3/4, p.150-158, 2006.

DIAS-KOBERSTEIN, T.C.R.; CARNEIRO, D.J.; URBINATI, E.C. Comportamento alimentar de alevinos de pacu (*Piaractus mesopotamicus*, Holmberg, 1887) por meio das observações do tempo de retorno do apetite e do tempo de saciação dos peixes em duas temperaturas de cultivo. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.26, n.3, p.339-344, 2004.

ESQUIVEL, B.M. **Produção do jundiá (*Rhandia quelen*) em áreas de estorno do parque estadual da serra do tabuleiro em Paulo Lopes-SC**. 2005. 102f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

FOLKVORD, A.; OTTERA, H. Effects of initial size distribution, day length, and feeding frequency on growth, survival, and cannibalism in juvenile Atlantic cod (*Gadus morhua*, L.). **Aquaculture**, v.114, p.243-260, 1993.

FURUYA, W.M. et al. Coeficientes de digestibilidade e valores de aminoácidos digestíveis de alguns ingredientes para tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.4, p.1143-1149, 2001a.

FURUYA, W.M. et al. Coeficientes de digestibilidade aparente da energia e nutrientes de alguns ingredientes pela tilápia-do-nilo, *Oreochromis niloticus* (L.) (linhagem tailandesa). **Acta Scientiarum Maringá**, v.23, n.2, p.465-469, 2001b.

GOMES, L.C. et al. Efeito do volume do tanque-rede na produtividade de tambaqui (*Colossoma macropomum*) durante a recria. **Acta Amazonica**, v.34, n.1, p.111-113, 2004.

GONÇALVES, G.S.; FURUYA, W.M.; RIBEIRO, R.P.; FURUYA, V.R.B.; SOARES, C.M. Farelo de canola na alimentação do piavuçu, *Leporinus macrocephalus* (Garavello & Britski), na fase inicial. **Acta Scientiarum**, v.24, n.4, p.921-925, 2002.

GUERRERO-ALVARADO, C.E. **Treinamento alimentar de pintado *Pseudoplatystoma coruscans* (Agassiz, 1829): sobrevivência, crescimento e aspectos econômicos**. 2003. 72f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

HAYASHI, C. et al. Frequência de arraçoamento para alevinos de Lambari do Rabo-Amarelo (*Astyanax bimaculatus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.1, p.21-26, 2004.

HANLEY, F. The digestibility of foodstuffs and effects of feeding selectivity and digestibility determination in tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Aquaculture**, v.66, p.163-179, 1987.

HEPHER, B. **Nutrition of Pond Fishes**. New York: Cambridge University Press, 1988. 404p.

HERNADES-SERRANO, P. **Tilápia Market Report 2006**. Rome: FAO, 2006. 19p.

INOUE, L.A.K.A. et al. Princípios Básicos para Produção de Alevinos de Surubins (Pintado e Cachara). Circular Técnica. Dourados-MS, 2008. v.15, 8p.

JOMORI, R.K. et al. Economic evaluation of *Piaractus mesopotamicus* juvenile production in different rearing systems. **Aquaculture**, v.243, p.175-183, 2005.

KABIR, N.M.J.; WEE, K.L.; MAGUIRE, G. Estimation of apparent digestibility coefficients in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) using different markers. 1- Validation of microtracer F–Ni as a marker. **Aquaculture**, v.167, p.259-272, 1998.

KUNII, E.M.F. et al. Influência da Frequência Alimentar e Taxa de Alimentação no desempenho produtivo de Kinguio criado em tanque-rede. In: AQUACIÊNCIA, 3, 2008, Maringá. **Anais...** Maringá: UEM, 2008. (CD-ROM).

MELLO, C.B.M.; BERTECHINI, A.G; BARBOSA, N.D.C. Frequência de alimentação e densidade de estocagem do pacu (*Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887) na fase de crescimento, criado em sistema de tanque-rede. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.48, n.1, p.125-132, 1996.

MORAES, P.M. et al. Determinação de fósforo biodisponível em rações de peixes utilizando extração assistida por ultra-som e espectrofotometria no visível. **Química Nova**, v.32, n.4, p.923-927, 2009.

MURAI, T.; ANDREWS, J.W. Effect of frequency of feeding on growth and food conversion of channel catfish fry. **Bulletim of Japanese Society on Science of Fisheries**, v.42, p.159-161, 1976.

NEVES, R.C.F. **Desenvolvimento de metodologias analíticas para avaliar digestibilidade de nutrientes metálicos utilizados na nutrição de peixes**. 2008. 87f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

NEVES, R.C.F. et al. FAAS determination of metal nutrients in fish feed after ultrasound extraction. **Food Chemistry**, v.113, p.679–683, 2009.

NRC (National Research Council). **Nutrient Requirements of Fish**. Washington: National Academy Press, 1993. 128p.

OLIVEIRA, F.A. et al. Desempenho de tilapias cultivadas em tanques-rede arraçadas em diferentes intervalos e taxas alimentares. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 44., 2007, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: Sociedade brasileira de Zootecnia, 2007. (CD-ROM).

PÉREZ, J. Introducción y transferencia de especies acuáticas. **Acta Científica Venezolana**, v.45, p. 231-237, 1994.

PEZZATO, L.E. et al. Nutrição de Peixes. In: CYRINO, J.E.P. et al. (Eds.). **Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva**. São Paulo: Aquabio. 2004. p. 75-169.

PILECCO, J. L. et al. Desempenho zootécnico de *Pseudoplatystoma spp.*, criados em viveiros escavados alimentados com rações comerciais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PRODUÇÃO DE PEIXES NATIVOS DE ÁGUA DOCE, ENCONTRO DE PISCICULTORES DE MATO GROSSO DO SUL, 1., 2008, **Anais...** Mato Grosso do Sul, MS, 2008.

RABE, J.; BROWN, J.A. A pulse feeding strategy for rearing larval fish: an experiment with yellowtail flounder. **Aquaculture**, v.191, p.289-302, 2000.

RINGO, E. The effect of chromic oxide (Cr₂O₃) on faecal lipid and intestinal microflora of sea water-reared Arctic char *Salvelinus alpinus* (L). **Aquaculture and Fisheries Management**, v.25, p.341–344, 1993.

RUOHONEN, K et al. Effects of feeding frequency on growth and food utilization of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed low-fat herring or dry pellets. **Aquaculture**, v.165, p.111-121, 1998.

SALEH, M.A.D. et al. Determinação da biodisponibilidade de zinco em rações de peixes utilizando SiO₂ como marcador interno. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 44., 2007, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2007. (CD-ROM).

SCORVO FILHO, J.D. Aspectos econômicos da piscicultura de água doce com ênfase na cadeia produtiva. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E PRODUÇÃO DE PEIXES, 2., 1998, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 1998. p.21-34.

SCORVO FILHO, J.D. Apresentação senado-Secretaria especial de aqüicultura e pesca. **Disponível em:** <<http://www.presidencia.gov.br/seap>. Acesso em: 13 de julho de 2005.

SCORVO-FILHO, J.D. et al. Desempenho produtivo do pintado, *Pseudoplatystoma corruscans* (Spix & Agassiz, 1829), submetidos a diferentes densidades de estocagem em dois sistemas de criação: intensivo e semi-intensivo. **Boletim do Instituto de Pesca**, v.34, n. 2, p. 181-188, 2008.

SHAHAT, T. M. Digestibility determination in catfish fingerling using internal and external markers. **Veterinary Medical Journal**, v.41, p.83–91, 1993.

SILVA, C.R.; GOMES, L.C.; BRANDÃO, F.R. Effect of feeding rate and frequency on tambaqui (*Colossoma macropomum*) growth, production and feeding costs during the first growth phase in cages. **Aquaculture**, v.264, p.135-139, 2007.

SOUSA, R.M.R. et al. Freqüência alimentar e alimentação noturna de tilápias. **Panorama da aqüicultura**. , v.16, p.49 - 51, 2006.

SOUSA, R.M.R. **Qualidade da água e desempenho produtivo da Tilápia do Nilo alimentada em diferentes freqüências e períodos por meio de dispensador automático**. 2007. 64f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

SOUSA, R.M.R. et al. Efeito do manejo alimentar na uniformidade de tilápias criadas em tanques-rede. In: AQUACIÊNCIA, 3, 2008, Maringá. **Anais...** Maringá: UEM, 2008. (CD-ROM).

SULLIVAN, J. A.; REIGH, R. C. Apparent digestibility of selected feedstuffs in diets for hybrid striped bass (*Morone saxatilis* x *Morone chrysops*). **Aquaculture**, v.138, p.313–322, 1995.

TUCKER, C.S.; ROBINSON, E.H. **Channel catfish farming handbook**. New York : AVI Book, 1991. 292p.

TURRA, E.M. et al. Densidade de estocagem do surubim *Pseudoplatystoma spp.* cultivado em tanque-rede. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.10, n.1, p.177-187, 2009.

VILELA, C.; HAYASHI, C. Desenvolvimento de juvenis de lambari *Astyanax bimaculatus* (Linnaeus, 1758), sob diferentes densidades de estocagem em tanques-rede. **Acta Scientiarum, Maringá**, v. 23, n. 2, p. 491-496, 2001.

WANG, N.; HAYWARD, R.S.; NOLTIE, D.B. Effect of feeding frequency on food consumption, growth, size variation, and feeding pattern of age-0 hybrid sunfish. **Aquaculture**, v.165, p.261-267, 1998.

ZANARDI, M.F.; BOQUEMBUZO, J.E.; KOBERSTEIN, T.C.R.D. Desempenho de juvenis de pintado (*Pseudoplatystoma coruscans*) alimentados com três diferentes dietas. **Revista acadêmica: ciências agrárias e ambientais**, v.6, p.445-450, 2008.

ZHOU, Z. et al. Effect of feeding frequency on growth, feed utilization, and size variation of juvenile gibel carp (*Carassius auratus gibelio*). **Journal of Applied Ichthyology**, v.19, p.244-249, 2003.

ZIMMERMANN, S.; FITZSIMMONS, K. Tilapicultura intensiva. In: CYRINO, J.E.P. et al. (Eds.). **Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva**. São Paulo: Aquabio. 2004. p. 239-266.

CAPÍTULO II

DESEMPENHO PRODUTIVO DE JUVENIS DE SURUBIM (*Pseudoplatystoma sp.*) EM TANQUES-REDE, SUBMETIDOS A DIFERENTES FREQUÊNCIAS E TAXAS DE ALIMENTAÇÃO, POR MEIO DE ALIMENTADORES AUTOMÁTICOS

Desempenho produtivo de juvenis de surubim (*Pseudoplatystoma sp.*) em tanques-rede, submetidos a diferentes freqüências e taxas de alimentação, por meio de alimentadores automáticos

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho produtivo de surubins criados em tanque-rede, alimentados com taxa de 4 e 8% do peso vivo e em três freqüências (6, 12 e 24 refeições diárias) no período noturno durante 47 dias. Foram utilizados pintados com 24,2g de peso médio, distribuídos em 18 tanques-rede de 1 m³ na densidade de 60 peixes/m³. Os tanques-rede foram distribuídos linearmente em um reservatório de 2000 m² com profundidade média de 2 metros e renovação diária de 60 litros/minuto. Foi utilizada uma ração comercial com 40% de PB e para o fornecimento foram utilizados alimentadores automáticos. Os índices zootécnicos avaliados foram: peso médio final (PMF), ganho de peso diário (GPD), ganho de peso total (GPT), conversão alimentar aparente (CAA) e comprimento padrão (CP). O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado e os dados analisados como fatorial de 3x2 com três repetições. Observou-se interação entre as taxas e freqüências utilizadas. Quando fornecida a taxa de 4% do peso vivo, a freqüência de 24 vezes gerou maior desempenho ($P<0,05$); no entanto, quando oferecida a taxa de 8% do PV, a freqüência de 12 vezes foi melhor. O fornecimento da taxa de 8% resultou em melhores ganhos, quando comparada a taxa de 4% do PV ($P<0,05$), para PMF, GPT, GPD e CP. A composição química do filé não foi influenciada pelos tratamentos. Conclui-se que o melhor desempenho produtivo foi gerado quando foi ofertado 8% do PV de ração em 12 refeições diárias e que estas variáveis (freqüência x taxa) são instrumentos valiosos para o desempenho desta espécie.

Palavras-chave: Pintado, manejo alimentar, tanque-rede

Performance of juvenile surubim (*Pseudoplatystoma sp.*) in cages, subjected to different frequencies and feeding rates, using automatic feeders

ABSTRACT: The purpose of this study was to evaluate the performance of surubins reared in cages, fed with a rate of 4 and 8% of body weight (BW) and in three frequencies (6, 12 and 24 meals a day) at night for 47 days. It was used pintado fishes with 24.2g of average weight, distributed in 18 cages of 1 m³ density of 60 fishes / m³. The cages were distributed linearly in a pond of 2000 m² with an average depth of 2 meters and daily water renewal of 60 liters per minute. It was used a commercial feed with 40% crude protein (CP) and this feed was provided by automatic feeders. The animal science parameters were evaluated: final average weight (FAW), daily weight gain (DWG), total weight gain (TWG), apparent feed conversion ratio (AFCR) and standard length (SL). The experiment was conducted in a randomized design and the analyzed data as a 3x2 factorial design with three replications. Interaction was observed between the rates and frequencies. When it was given the rate of 4% BW, the frequency of 24 times generated higher performance (P <0.05), however, when it was offered a rate of 8% of BW, the frequency of 12 times was better. The supply rate of 8% resulted in improved the WG compared to a rate of 4% BW (P <0.05) for FAW, TWG, DWG and CP. The chemical composition of the fillet was not affected by treatments. It was concluded that the best performance was generated when it was offered 8% BW feed in 12 meals a day and that these variables (frequency x rate) are valuable tools for the performance of this kind.

Keywords: Pintado fish, food management, cage

INTRODUÇÃO

Os surubins são peixes de água doce apreciados em praticamente todo o território nacional, em função da qualidade de sua carne e esportividade para pesca, sendo considerados os mais nobres e de maior valor comercial no Brasil. (INOUE et al., 2008). Apesar de seu grande potencial zootécnico, o cultivo apresenta limitações relacionadas ao manejo alimentar, pois é uma espécie carnívora que se alimenta de ração quando condicionada (CREPALDI et al., 2006). Além disso, tem hábito noturno e apenas se alimenta durante o dia, quando é submetido a treinamento.

A criação desta espécie em tanque-rede intensificaria a produção e diminuiria os custos de implantação e de produção, já que o sistema de produção em tanques-rede é considerado intensivo, com fluxo contínuo da água, que permite o aumento da densidade de estocagem, atingindo 50 a 300 alevinos/m³, proporcionando controle eficaz da produção, devido a maior possibilidade de intervenção por parte dos produtores (ZIMMERMAMM & FITZSIMMONS, 2004).

A alimentação manual é a forma mais utilizada na piscicultura, porém, quanto maior a unidade de produção, mais complexo e oneroso se torna o manejo alimentar. Isto, devido à necessidade de maior número de tratadores para detectar mudanças comportamentais dos peixes e adequar o fornecimento de ração (SOUSA, 2007). Para esta espécie, a alimentação manual se torna ainda mais complicada, pois a espécie possui hábito alimentar noturno, encarecendo mais a mão de obra.

Alimentação automática é uma técnica recente no Brasil e os bons resultados alcançados com *Oreochromis niloticus* (SOUSA et al., 2006; OLIVEIRA et al., 2007) e com *Carassius auratus* (KUNII et al., 2008), sugerem que os surubins também poderão se beneficiar desta técnica, pois os dispensadores automáticos de ração possibilitam a alimentação noturna e o fornecimento de ração em intervalos e em quantidades pré-definidas, proporcionando oferta uniforme de alimento e evitando desperdícios.

Vários trabalhos incluindo os de Carneiro & Mikos (2005), Ruohonen et al. (1998), Sousa (2007), Canton et al. (2007), entre outros, relatam que o ajuste da frequência alimentar e da taxa de alimentação para cada espécie é muito importante, pois pode conferir ao sistema, melhor conversão alimentar e ganho de peso, diminuição no tempo de cultivo e redução do descarte de matéria orgânica nas águas de cultivo.

Nas pisciculturas comerciais, que cultivam a espécie *Oreochromis niloticus*, normalmente é utilizada a taxa de 2% do peso vivo dividida em 2 ou 3 tratos diários. No entanto, Oliveira et al. (2007) avaliaram os níveis de arraçoamento de 2, 3 e 4% do peso vivo divididas em 48 refeições diárias para a mesma espécie, e constataram que com 4% do peso vivo os peixes atingiram o peso comercial mais rápido, com custo de produção mais baixo, devido ao menor tempo de permanência dos peixes no cultivo, diminuindo os custos com ração e mão-de-obra. O uso da alta frequência viabilizou economicamente o nível de arraçoamento de 4% do PV, reduzindo o tempo de abate e, conseqüentemente, aumentando o número de ciclos de produção.

Zhou et al. (2003) testaram cinco frequências de alimentação (2, 3, 4, 12, 24 vezes/dia), em juvenis de *Carassius auratus gibelio*, concluindo que a frequência ótima de alimentação foi a de 24 vezes ao dia. Wang et al. (1998) relatam que frequências maiores podem produzir peixes mais uniformes.

Portanto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o desempenho produtivo de surubins criados em tanque-rede, alimentados com 4 e 8% do peso vivo e em três frequências (6, 12 e 24 refeições diárias) no período noturno.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido na Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, UNESP - Universidade Estadual Paulista, Campus de Botucatu, no setor de aquíicultura. Este foi conduzido de 03 de fevereiro a 24 de março de 2009 e consistiu em avaliar o desempenho produtivo de surubins submetidos a três frequências de arraçoamento (6, 12 e 24 vezes) e duas taxas (4 e 8% do peso vivo), no período noturno, devido ao hábito alimentar desta espécie. Os surubins híbridos (*Pseudoplatystoma corruscans* x *Pseudoplatystoma fasciatum*), doados pela empresa Mar & Terra localizada em Bandeirantes – MS, com peso médio de 24,2 g foram distribuídos de acordo com o tratamento em dezoito tanques-rede de 1m³ com malha de tela metálica 5/8 recoberta com “PVC” com tampa de estrutura metálica, bóias de flutuação (Figura 1) e abrigos submersos (Figura 2). Os abrigos foram colocados para garantir bem-estar aos peixes, devido aos hábitos naturais desta espécie no meio ambiente e para a proteção destes contra predadores naturais (lontras).



Figura 1. Tanque-rede



Figura 2. Abrigo submerso

Os tanques-rede foram distribuídos linearmente em um reservatório de 2000 m² com profundidade média de 2 metros e renovação diária de 60 litros/minuto (Figura 3).

O alimento foi fornecido aos peixes por meio de alimentadores automáticos (Figura 4) instalados nos tanques-rede conforme o esquema demonstrado na Tabela 1. Para contenção da ração dentro do tanque-rede, foram colocados cochos circulares que ocupavam cerca de 80% da superfície e estes foram confeccionados com telas plásticas de 1,0 mm, com cerca de 50,0 cm de largura, mantidas a aproximadamente 25,0 cm para fora e 25,0 cm para dentro da água.



Figura 3. Tanques-rede no reservatório



Figura 4. Dispensador automático de ração.

Tabela 1. Tratamentos experimentais segundo os fatores estudados

Frequências	Taxa de alimentação	
	4% do PV/dia	8% do PV/dia
6	F ₆ T ₄	F ₆ T ₈
12	F ₁₂ T ₄	F ₁₂ T ₈
24	F ₂₄ T ₄	F ₂₄ T ₈

A ração utilizada durante todo experimento media de 2 a 4 mm, era específica para peixes carnívoros, e segundo o fabricante continha 40 % de Proteína Bruta, 10% de Umidade, 10% de Extrato Etéreo, 6% de Matéria Fibrosa, 13% de Matéria Mineral, 3,5% de Cálcio e 0,6% de Fósforo. O fornecimento da ração foi controlado por temporizadores conforme a frequência alimentar proposta no experimento.

Descrição e funcionamento do alimentador automático

O alimentador automático de ração utilizado neste experimento consiste em um reservatório de material impermeável (fibra de vidro), com capacidade de 7 kg, que libera a ração em intervalos e em quantidades pré-definidas no interior do tanque-rede (Figura 4), proporcionando a oferta uniforme de alimento e evitando desperdícios.

O acesso aos tanques-rede foi possibilitado por barco a remo, que possibilitou o abastecimento de ração nos dispensadores e observação do comportamento dos peixes.

Biometria

Para o cálculo do ajuste da quantidade de ração a ser oferecida realizou-se uma biometria na metade do período experimental (22º dia), que consistiu em amostrar 16% dos peixes de cada unidade experimental. Anteriormente às biometrias, toda ração que estava dentro de cada dispensador foi pesada, para cálculo da quantidade de ração consumida durante o período anterior. Posteriormente, os comedouros circulares eram retirados e os peixes coletados com puçá.

Os peixes das amostras foram pesados individualmente em balança digital de precisão de 0,1 g e após a pesagem retornavam aos seus respectivos tanques-rede. Durante todo o período experimental foram utilizadas duas taxas de alimentação (4 e 8% do PV), conforme cada tratamento, sendo a ração ajustada com base no ganho de peso.

Ao final do experimento (47 dias) todos os peixes de cada unidade experimental foram pesados. Uma amostra de cinco animais de cada unidade foi insensibilizada com óleo de cravo (5 mg/L), procedimento que segundo Oliveira et al. (2009) causa efeito anestésico leve, com perda parcial do equilíbrio. Após a insensibilização realizou-se o abate com corte cranial na coluna vertebral. Foi medido o comprimento padrão e a carcaça reservada para análises bromatológicas do filé.

Foram avaliados os seguintes índices zootécnicos: peso final (PF), ganho de peso diário (GPD), ganho de peso total (GPT), conversão alimentar aparente (CAA).

Análise bromatológica do filé

Os peixes sacrificados ao final do experimento foram eviscerados e filetados. Do filé foi retirado o couro e realizadas as análises da composição químico-bromatológica de acordo com o protocolo da AOAC (1990), determinando-se proteína, matéria seca, cinzas e extrato etéreo.

Parâmetros físico-químicos da água

Foram monitorados semanalmente pela manhã, os níveis de oxigênio dissolvido (oxímetro YSI 55), o pH (potenciômetro) e a temperatura máxima e mínima (termômetro de mercúrio) do viveiro.

Análise estatística

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado e os dados analisados como fatorial de 3x2 com três repetições. Os dados foram analisados por meio do Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas – SAEG (EUCLYDES, 2005), incluindo no modelo os efeitos da taxa de alimentação, frequência alimentar e a interação entre eles. Quando significativa a análise de variância, a comparação entre as médias dos tratamentos foi realizada pelo teste de Duncan ($P < 0,05$).

RESULTADOS

Durante o período experimental os valores médios de oxigênio dissolvido, pH e temperatura foram 5,2 mg/l, 7,4 e 27,9 °C, respectivamente, encontrando-se dentro da faixa ideal para o cultivo de surubins (EGNA & BOYD, 1997).

Os valores médios de peso final (PF), ganho de peso total (GPT), Ganho de peso diário (GPD), conversão alimentar aparente (CAA) e comprimento padrão (CP) estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Valores médios do peso final, ganho de peso total, ganho de peso diário, conversão alimentar aparente e comprimento padrão de híbridos de pintado submetidos a diferentes taxas e freqüências de alimentação durante 47 dias de cultivo em tanque-rede

	Freqüências (n° alimentações)	Taxas (% PV)		Médias
		4	8	
Peso final (g)	24	66,92 bA	98,40 aB	82,66 ns
	12	59,07 bB	106,90 aA	82,99 ns
	6	60,30 bB	98,13 aB	79,21 ns
	Médias	62,09 b	101,15 a	
	CV (%)			30,07
Ganho de peso total (g)	24	2488,4	4176,6	3332,5 ns
	12	2019,6	4528,0	3273,6 ns
	6	2120,6	3896,2	3008,4 ns
	Médias	2209,5 b	4200,3 a	
	CV (%)			15,27
Ganho de peso diário (g)	24	0,91	1,58	1,24 ns
	12	0,73	1,77	1,25 ns
	6	0,77	1,62	1,19 ns
	Médias	0,80 b	1,65 a	
	CV (%)			19,85
Conversão Alimentar Aparente	24	1,02	1,05	1,03 ns
	12	1,01	1,11	1,06 ns
	6	1,24	1,25	1,24 ns
	Médias	1,09 ns	1,14 ns	
	CV (%)			14,60
Comprimento Padrão (cm)	24	19,14	21,91	20,53 A
	12	17,66	21,93	19,79 B
	6	18,05	21,12	19,59 B
	Médias	18,29 b	21,65 a	
	CV (%)			7,08

Letras minúscula na mesma linha indicam diferença significativa ($p \leq 0,05$) pelo teste de Duncan.
Letras maiúscula na mesma coluna indicam diferença significativa ($p \leq 0,05$) pelo teste de Duncan.
CV = coeficiente de variação (%)

Avaliando as médias de PF dos peixes (Tabela 2) observou-se interação para as taxas e freqüências de alimentação estudadas. Quando foi fornecida a taxa de 4% do peso vivo, a freqüência de 24 vezes gerou maiores médias de desempenho ($P \leq 0,05$); no entanto, quando foi oferecida a taxa de 8% do PV, a freqüência de 12 vezes resultou em maior média de PF.

O fornecimento da taxa de 8% resultou em maiores médias de desempenho, do que a taxa de 4% do PV ($P \leq 0,05$), observamos isto ao avaliarmos as médias de PF, GPT, GPD e CP. As médias da CAA mostraram-se estatisticamente iguais em todos os tratamentos ($P > 0,05$). Analisando os dados numericamente, pode-se constatar que

GPD variou de 0,73 a 1,77 g/dia e conversão alimentar aparente de 1,01 a 1,25, que são resultados bastante promissores para esta espécie.

Os resultados da composição química (umidade, proteína bruta, extrato etéreo e matéria mineral) do filé dos pintados submetidos às diferentes taxas e freqüências, estão apresentados na Tabela 3 e demonstram que não houve efeito desses componentes para nenhuma das variáveis analisadas.

Tabela 3 – Valores médios de matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo e matéria mineral do filé de híbridos de pintado submetidos a diferentes taxas e freqüências de alimentação durante 47 dias de cultivo em tanque-rede

	Freqüências		Taxas (% PV)	
	(n° alimentações)	4	8	Médias
Matéria Seca (%)	24	17,30	16,63	16,96 ns
	12	17,44	17,17	17,31 ns
	6	16,43	17,11	16,77 ns
	Médias	17,06 ns	16,97 ns	
	CV (%)			2,67
Proteína Bruta (%)	24	14,75	14,43	14,58 ns
	12	15,23	15,22	15,22 ns
	6	14,36	14,79	14,57 ns
	Médias	14,78 ns	14,81 ns	
	CV (%)			3,09
Extrato Etéreo (%)	24	1,10	1,13	1,11 ns
	12	1,22	0,95	1,09 ns
	6	1,02	1,35	1,18 ns
	Médias	1,11 ns	1,14 ns	
	CV (%)			34,66
Minerais (%)	24	1,07	1,01	1,04 ns
	12	1,02	1,03	1,02 ns
	6	0,98	1,01	0,99 ns
	Médias	1,02 ns	1,02 ns	
	CV (%)			3,79

Letras minúscula na mesma linha indicam diferença significativa ($p \leq 0,05$) pelo teste de Duncan.

Letras maiúscula na mesma coluna indicam diferença significativa ($p \leq 0,05$) pelo teste de Duncan.

CV = coeficiente de variação (%)

DISCUSSÃO

Interação das freqüências de alimentação com as taxas de arraçoamento

Os valores médios apresentados para PF (Tabela 2) mostram que houve interação das taxas com as freqüências fornecidas nos diferentes tratamentos. Ao fornecer a taxa de 4% do PV o desempenho melhorou com o aumento da freqüência alimentar ($P < 0,05$), diferindo dos tratamentos que receberam 8% do PV, quando a média de PF foi melhor quando os peixes receberam o alimento dividido em 12 porções ($P < 0,05$). Em todas as freqüências avaliadas (24, 12 e 6 vezes por noite) a taxa de 8% do PV resultou em maior peso final ($P \leq 0,05$), mostrando que 4% estava abaixo das necessidades nutricionais desses peixes.

O bom resultado gerado pelo tratamento que recebeu a taxa de 8% do PV dividida em 12 refeições, pode ser justificado, pois a espécie estudada possui hábito alimentar carnívoro, que confere a ela capacidade de ingerir grande quantidade de alimento em uma só refeição. Sendo assim, os resultados não seguiram a mesma tendência dos tratamentos com taxa de 4%, porque era fornecido o dobro de ração em cada refeição, que estava muito próxima ou um pouco acima da necessidade dos peixes, saciando-os nas primeiras refeições e aumentando a taxa de passagem do alimento no trato gastrintestinal, nas freqüências mais altas.

A observação acima citada concorda com o modelo apresentado por Storebakken et al. (1999) que observaram influencia da ingestão de alimento na taxa de esvaziamento intestinal em *Salmo salar* e com Rotta (2003) que descreve que em algumas espécies, a presença de grande quantidade de alimento no estômago acelera a peristalse, facilitando o esvaziamento. Portanto, os peixes que se alimentaram com 8% do PV de ração dividida em 12 vezes, armazenaram grande quantidade de ração no estomago para posteriormente poderem digerir, já os peixes que receberam 24 refeições foram estimulados a aumentar a peristalse intestinal e a taxa de passagem do alimento pelo trato, diminuindo assim o ganho de peso.

Oliveira et al. (2007) avaliaram o efeito das taxas de alimentação (2, 3 e 4% do PV) em tilápia do nilo, parcelando estas taxas em 48 refeições uniformes e constataram que a taxa de 4% resultou em melhor desempenho produtivo, pois o ganho de peso foi maior e mais rápido, encurtando o tempo de cultivo. A taxa de 4% utilizada pelos autores representa o dobro do que normalmente é utilizado nas pisciculturas comerciais, mas foi possibilitada devido a alta freqüência utilizada (48X).

Nestas propriedades as refeições são normalmente divididas em apenas 3 vezes por dia, ofertando assim, grande quantidade de ração em cada refeição, a qual não será totalmente consumida e permanecerá flutuando por horas até que os peixes tenham fome novamente.

Vários estudos foram realizados com frequência alimentar, mas na maioria deles não foram testadas diferentes taxas e em alguns o alimento foi fornecido “ad libitum”, gerando assim, resultados questionáveis, como o de Carneiro & Mikos (2005), que trabalharam com *Rhamdia quelen* e testaram quatro frequências de arraçoamento (1, 2, 3 e 4 vezes ao dia) fornecendo a ração “ad libitum” e não observaram diferença entre os tratamentos, recomendado a frequência de uma vez por dia. Da mesma forma, Zhou et al. (2003) testaram cinco frequências (2, 3, 4, 12 e 24 vezes por dia) em juvenis de *Carassius auratus gibelio*, sendo o alimento fornecido até aparente saciedade, e mesmo assim, concluíram que a frequência ótima de alimentação foi a de 24 vezes por dia, tanto para ganho de peso como para digestibilidade aparente da proteína e energia.

Hayashi et al. (2004) utilizaram taxa de 10 % do peso vivo e frequências de 2, 4, 6 e 8 vezes por dia, em *Astyanax bimaculatus*. Observaram que os peixes alimentados quatro vezes por dia, apresentaram ganho de peso melhor quando comparado aos outros tratamentos. Silva et al. (2007) utilizaram duas frequências (2 e 3 vezes) e duas taxas de alimentação (5 e 10% do PV) e constataram que a combinação da taxa de 10 % do PV e a frequência de 3 vezes, gerou maior ganho de peso em *Colossoma Macropomum*, quando comparado aos demais tratamentos.

A maioria dos trabalhos utilizam frequências de alimentação baixas, que variam de uma a oito refeições diárias (HAYASHI et al., 2004; SILVA et al., 2007; CARNEIRO & MIKOS, 2005; RUOHONEN et al., 1998; CANTON et al., 2007), pois utilizam alimentação manual. Com isso, normalmente os resultados não diferem entre os tratamentos. A alimentação automática auxilia no maior fracionamento da quantidade de alimento fornecido, respeitando o hábito alimentar dos peixes e diminuindo a interferência do tratador (ZHOU et al., 2003; SOUSA, 2007; KUNII et al., 2008).

Apesar de não ter sido observada interação da taxa de arraçoamento com a frequência de alimentação para GPT e GPD ($P > 0,05$), pode-se constatar, na Tabela 2, que numericamente os tratamentos seguiram a mesma tendência do PF, sendo que com 4% do PV, os tratamentos que receberam 24 refeições apresentaram os melhores resultados e com 8% do PV, 12 vezes por dia foi a melhor frequência ($P < 0,05$). Portanto, é importante ressaltar que a frequência maior pode ser um

instrumento valioso para melhorar o desempenho, desde que a taxa de alimentação não seja excessiva.

Freqüência alimentar

O comprimento padrão foi maior nos peixes que receberam a ração 24 vezes por dia ($P < 0,05$), não diferindo nas outras freqüências (Tabela 2). Para PF, GPT, GPD e CAA, a freqüência não exerceu efeito ($p > 0,05$).

Apesar de não ser encontrada diferença estatística entre os tratamentos, ao analisar os valores médios na Tabela 2, o aumento da freqüência exerce efeito numericamente promissor para CAA e GPT quando os dados são analisados com enfoque na produção. Segundo a empresa *Mar & Terra*, que forneceu os alevinos, os pintados nesta faixa de peso são alimentados em média, com taxa de 5% do PV, mas ainda há muito desperdício, pois são muitas alimentações durante as 24 horas e ocorre a mudança de funcionário em cada turno, comprometendo assim a uniformidade da oferta de alimento em cada refeição.

A alimentação automática vem colaborar na diminuição destes entraves encontrados pelos produtores, pois garante melhor distribuição e controle da alimentação.

Os peixes alimentados somente com 4% do PV apresentaram melhor desempenho quando receberam maior número de refeições (24 vezes), indicando que apesar da quantidade de ração não ter sido suficiente, as freqüências mais altas melhoraram o aproveitamento do alimento. Cho et al. (2007) trabalhando com *Plecoglossus altivelis*, forneceram o alimento “*ad libitum*” em seis freqüências de alimentação (uma vez a cada 2 dias e 1, 2, 3, 4 e 6 vezes por dia) e também observaram, assim como no presente trabalho, melhor ganho de peso a medida que a freqüência aumentava. Van der Meer et al. (1997) alimentaram os peixes da espécie *Colossoma macropomum*, distribuindo suas refeições de 1 a 5 vezes por dia, até a aparente saciedade, e também verificaram que as freqüências mais altas resultaram em maior taxa de crescimento e consumo de alimento.

Ressalta-se que os tratamentos nos quais os peixes receberam mais ração (taxa de 8%), apresentaram melhor desempenho quando foram alimentados 12 vezes. Provavelmente, esta taxa está muito próxima da quantidade ideal de alimento para esta freqüência, ou mesmo um pouco acima das necessidades dos peixes, o que pode ter possibilitado o aumento na taxa de passagem, diminuição da eficiência alimentar e

do desempenho dos animais alimentados com altas frequências, pois segundo Johnston et al. (2003), altas taxas de alimentação podem resultar em baixo desempenho quando o alimento é oferecido em altas frequências. Portanto, apesar dos bons resultados de ganho obtidos com 8% do peso vivo, outros ensaios ainda são necessários para que se tenha a taxa de alimentação adequada para esta fase de criação, com intuito de reduzir a emissão de resíduos nas águas de cultivo.

Taxa de arraçoamento

A taxa de arraçoamento de 8% foi melhor em todos os tratamentos ($P < 0,05$), podendo ser visualizado seus efeitos sobre as médias de PF, GPT, GPD e CP. As médias das taxas não diferiram quando avaliou-se a conversão alimentar dos peixes ($P > 0,05$).

A diferença encontrada entre as taxas de 4 e 8% do PV ($p < 0,05$), deve-se a capacidade de consumo que a espécie possui, demonstrando a necessidade de se padronizar a taxa de alimentação conforme a espécie com que se pretende trabalhar. Em todos os parâmetros avaliados pode-se observar desempenho praticamente duplicado dos peixes que receberam maior taxa de arraçoamento (8% do PV) e que esse aumento não gerou desperdícios de ração, pois observando a CAA (Tabela 2), pode-se constatar que não houve diferença entre as taxas ($P < 0,05$) e, portanto a quantidade de ração fornecida foi aproveitada da mesma forma.

Peixes que possuem maior capacidade de ingestão podem apresentar melhor desempenho quando são fornecidas taxas maiores. Mas dependendo da frequência com que são divididas, como por exemplo, frequências baixas, essas taxas podem se tornar excessivas e aumentar a velocidade de passagem do alimento no trato gastrointestinal devido a grande quantidade de alimento armazenada (STOREBAKKEN et al., 1999; ROTTA, 2003), gerando acúmulo de ração na superfície da água e, conseqüentemente, lixiviação dos nutrientes da dieta e poluição do meio aquático. Utilizando-se maiores frequências, pode ocorrer melhor aproveitamento da dieta gerando melhor desempenho e menores danos ao ambiente.

CONCLUSÃO

Conclui-se que o melhor desempenho produtivo foi gerado quando foi ofertado 8% do PV de ração em 12 refeições diárias e que estas variáveis (frequência x taxa) são instrumentos valiosos para o desempenho desta espécie, desde que a taxa de alimentação seja adequada para cada fase e não exceda as necessidades nutricionais desta espécie. Por isso, constata-se a necessidade da realização de trabalhos futuros que avaliem taxas de alimentação intermediárias às que foram utilizadas no presente trabalho aliadas a altas frequências.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- A.O.A.C. (Association of Official Analytical Chemists). **Official methods of analysis.. Association of Official Analytical Chemists**. 15th ed., Arlington, Virginia, USA. 1990.
- CANTON, R.; WEINGARTNER, M.; FRACALOSSO, D.M. et al. Influência da frequência alimentar no desempenho de juvenis de jundiá. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.4, p.749-753, 2007.
- CARNEIRO, P.C.F.; MIKOS, J.D. Frequência alimentar e crescimento de alevinos de jundiá, *Rhanda quelen*. **Ciência Rural**, v.35, n. 1, p. 187-191, 2005.
- CHO, S.H.; LIM, Y.S.; LEE, J.H. et al. Effects of Feeding Rate and Feeding Frequency on Survival, Growth, and Body Composition of Ayu Post-Larvae *Plecoglossus altivelis*. **Journal of the World Aquaculture Society**, v. 34, p. 85-91, 2007.
- CREPALDI, D.V. et al. O surubim na aquacultura do Brasil. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v.30, n.3/4, p.150-158, 2006.
- EGNA, H.S.; BOYD, C.E. Dynamics of pond aquaculture. Boca Raton – Flórida: CRC Press, 1997.
- EUCLYDES, R. SAEG: Sistema para análise estatística e genética. Versão 9, Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2005. **Disponível em:** www.ufv.br/saeg/download.htm . Acesso em 26 de Janeiro de 2010.
- HAYASHI, C.; MEURER, F.; BOSCOLO, W.R. et al. Frequência de arraçoamento para alevinos de Lambari do Rabo-Amarelo (*Astyanax bimaculatus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n. 1, p. 21-26, 2004.
- INOUE, L.A.K.A.; ISHIKAWA, M.M.; HOSANO, H. et al. Princípios Básicos para Produção de Alevinos de Surubins (Pintado e Cachara). **Circular Técnica**, v. 15, 8p, 2008.
- JOHNSTON, G.; KAISER, H.; HECHT, T. et al. Effect of ration size and feeding frequency on growth size distribution and survival of juvenile clownfish, *Amphiprion percula*. **Journal Applied Ichthyology**, v. 19, n.1, p. 40-43, 2003.
- KUNII, E.M.F.; AGOSTINHO, C.A.; OLIVEIRA, L.C. et al. Influência da Frequência Alimentar e Taxa de Alimentação no desempenho produtivo de Kinguio criado em tanque-rede. In: AQUACIÊNCIA, 3, 2008, Maringá. **Anais...** Maringá: UEM, 2008. (CD-ROM).
- OLIVEIRA, F.A.; AGOSTINHO, C.A.; SOUSA, R.M.R. et al. Desempenho de tilapias cultivadas em tanques-rede arraçoadas em diferentes intervalos e taxas alimentares. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 44., 2007, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: Sociedade brasileira de Zootecnia, 2007.

OLIVEIRA, J.R.; CARMO, J.L.; OLIVEIRA, K.K.C. et al. Cloreto de sódio, benzocaína e óleo de cravo-da-índia na água de transporte de tilápia-do-nilo. **Revista Brasileira de Zootecnia** [online]. 2009, v.38, n.7, pp. 1163-1169. ISSN 1516-3598.

ROTTA, M.A. Aspectos gerais da fisiologia e estrutura do sistema digestivo dos peixes relacionados à piscicultura. **Embrapa Pantanal**, v. 53, 48p., 2003.

RUOHONEN, K et al. Effects of feeding frequency on growth and food utilization of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed low-fat herring or dry pellets. **Aquaculture**, v.165, p.111-121, 1998.

SILVA, C.R.; GOMES, L.C.; BRANDÃO, F.R. Effect of feeding rate and frequency on tambaqui (*Colossoma macropomum*) growth, production and feeding costs during the first growth phase in cages. **Aquaculture**, v. 264, p. 135-139, 2007.

SOUSA, R.M.R.; AGOSTINHO, C.A.; OLIVEIRA, F.A. et al. Freqüência alimentar e alimentação noturna de tilápias. **Panorama da aqüicultura**, v.16, p.49 - 51, 2006.

SOUSA, R.M.R. **Qualidade da água e desempenho produtivo da Tilápia do Nilo alimentada em diferentes freqüências e períodos por meio de dispensador automático**. 2007. 64f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

STOREBAKKEN, T.; KVIEN, I.S.; SHEARER, K.D. et al. Estimation of gastrointestinal evacuation rate in Atlantic Salmon -*Salmo salar* using inert markers and collection of faeces by sieving: evacuation of diets with fish meal, soybean meal or bacterial meal. **Aquaculture**, v. 172, p. 291-299, 1999.

VAN DER MEER, M.B.; VAN HERWAARDEN, H.; VERDEGEN, M.C.J. Effect of number of meals and frequency of feeding on voluntary feed intake of *Colossoma macropomum* (Cuvier). **Aquaculture Research**, v.28, p.419-432, 1997.

WANG, N.; HAYWARD, R.S.; NOLTIE, D.B. Effect of feeding frequency on food consumption, growth, size variation, and feeding pattern of age-0 hybrid sunfish. **Aquaculture**, v.165, p.261-267, 1998.

ZHOU, Z.; CUI, Y.; XIE, S. et al. Effect of feeding frequency on growth, feed utilization, and size variation of juvenile gibel carp (*Carassius auratus gibelio*). **Journal of Applied Ichthyology**, v. 19, p. 244-249, 2003.

ZIMMERMANN, S.; FITZSIMMONS, K. Tilapicultura intensiva. In: CYRINO, J.E.P. et al. (Eds.). **Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva**. São Paulo: Aquabio. 2004. p. 239-266.

CAPÍTULO III

DIGESTIBILIDADE DA FRAÇÃO PROTÉICA DIETÁRIA DE JUVENIS DE SURUBIM (*Pseudoplatystoma sp.*), CRIADOS EM TANQUES-REDE, SUBMETIDOS A DIFERENTES FREQUÊNCIAS E TAXAS DE ALIMENTAÇÃO

Digestibilidade da fração protéica dietária de juvenis de surubim (*Pseudoplatystoma sp.*), criados em tanques-rede, submetidos a diferentes frequências e taxas de alimentação

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi avaliar a digestibilidade aparente da proteína bruta (PB) dietária em surubins, alimentados em 6, 12 e 24 refeições diárias com taxa de 4 e 8% do peso vivo (PV), no período noturno, durante 47 dias. Foram utilizados pintados com 24,2g de peso médio, distribuídos em 18 tanques-rede de 1 m³ na densidade de 60 peixes/m³. Os tanques-rede foram distribuídos linearmente em um reservatório de 2000m² com profundidade média de dois metros e renovação de 60 litros/minuto. A ração comercial utilizada possuía 40% de PB e, para o fornecimento foram utilizados alimentadores automáticos. O coeficiente de digestibilidade aparente da PB (CDA_{PB}) foi calculado com base na determinação de Si (% de SiO₂). O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado com seis tratamentos em esquema fatorial 3x2 com três repetições. Houve interação da taxa de alimentação com a frequência de arraçoamento, pois ao ser oferecida a taxa de 4% do PV, o CDA_{PB} não diferiu entre tratamentos (P>0,05), mas quando foi fornecida a taxa de 8%, bem acima do que comercialmente é utilizado, com o aumento do número de refeições diárias, a digestibilidade melhorou (P<0,05). Observando a menor frequência (6X), constatou-se que o aumento da taxa de 4 para 8% do PV gerou redução no CDA_{PB} (P<0,05). Conclui-se que a manejo alimentar pode influenciar a digestibilidade aparente da proteína bruta.

Palavras-chave: Pintado, manejo alimentar, tanque-rede, alimentação automática

Digestibility of dietary protein fraction of juvenile surubim (*Pseudoplatystoma sp.*), reared in cages, subjected to different frequencies and feeding rates

ABSTRACT: The purpose of this study was to evaluate the apparent digestibility of crude protein (CP) in dietary surubins fed at 6, 12 and 24 meals a day with a rate of 4% and 8% of body weight (BW) at night for 47 days. It was used pintado fishes with 24.2 g of average live weight, distributed in 18 cages of 1 m³ density of 60 fishes/m³. The cages were distributed linearly in a pond of 2000 m² with an average depth of two meters and water renewal of 60 liters/minute. The commercial feed used had 40% CP and it was provided by automatic feeders. The apparent digestibility coefficient of CP (ADC_{CP}) was calculated based on the determination of Si (% SiO₂). The experiment was conducted in a randomized design with six treatments in a 3x2 factorial arrangement with three replications. There was an interaction of feeding rates with feeding frequency, so it was offered the rate of 4% BW, ADC_{CP} did not differ between treatments (P > 0.05), but digestibility was improved when it was given the rate of 8% with the increased number of daily meals (P < 0.05), that is a quantity above commercial usage. Noting the lower frequency (6 times), it was observed that increasing the rate of 4% to 8% BW reduced ADC_{CP} (P < 0.05). It was concluded that the feeding system can influence the apparent digestibility of crude protein.

Keywords: Pintado fish, feed management, cage, automatic feeding

INTRODUÇÃO

Os surubins são peixes de água doce apreciados em praticamente todo o território nacional, em função da qualidade de sua carne e esportividade para pesca, sendo considerado um dos mais nobres e de maior valor comercial no Brasil (INOUE et al., 2008). Apesar de seu grande potencial zootécnico, o cultivo apresenta limitações relacionadas ao manejo alimentar e exigências nutricionais, necessitando de mais pesquisas, por se tratar de espécie carnívora, que se alimenta de ração quando condicionada (CREPALDI et al., 2006). Além disso, tem hábito noturno, e apenas se alimenta durante o dia, quando é submetido à treinamento.

A criação desta espécie em tanque-rede é uma forma de intensificar a produção e diminuir os custos de implantação e de produção. O sistema de produção em tanques-rede é considerado superintensivo, com fluxo contínuo da água, que permite o aumento da densidade de estocagem, atingindo 500.000 a 3.000.000 de alevinos por hectare (50 a 300m⁻³), proporcionando controle eficaz da produção, devido a maior possibilidade de intervenção por parte dos produtores (ZIMMERMAMM & FITZSIMMONS, 2004).

A alimentação manual é a forma mais utilizada na piscicultura, porém, quanto maior a unidade de produção, mais complexo e oneroso se torna esse manejo alimentar. Isto, devido à necessidade de maior número de tratadores capacitados para detectar mudanças comportamentais dos peixes e adequar o fornecimento de ração (SOUSA, 2007). A alimentação manual torna-se ainda mais complicada para esta espécie, por apresentar hábito alimentar noturno, o que encarece a mão de obra.

A alimentação automática é uma técnica recente no Brasil e os bons resultados alcançados com *Oreochromis niloticus* (SOUSA et al., 2006; OLIVEIRA et al., 2007) e com *Carassius auratus* (KUNII et al., 2008) sugerem que os surubins também poderão se beneficiar desta técnica. Isto, porque os dispensadores automáticos de ração possibilitam a alimentação noturna e o fornecimento de ração em intervalos e em quantidades pré-definidas, proporcionando oferta uniforme de alimento, redução nos desperdícios e melhor aproveitamento de alimento. Além disso, a alimentação automática facilita o fornecimento de ração em alta frequência, que apesar de não ter sido testado para a maioria das espécies, pode ser valioso instrumento no manejo alimentar, pois reduz a demanda de oxigênio e diminui a necessidade de comedouros (anteparos para a ração), que geralmente limitam a troca de água nos tanques-rede,

devido ao fato da ração ser lançada na água em pequenas porções e consumida rapidamente. Alguns trabalhos relatam que quando a ração é fornecida a vontade, o aumento da frequência pode comprometer a digestibilidade (HENKEN et al., 1985; YUAN et al., 2009), pois aumenta a taxa de passagem. Portanto, é de fundamental importância avaliar a digestibilidade das rações fornecidas em diferentes taxas de alimentação aliadas as frequências de arraçoamento.

Segundo o NRC (1993), a digestibilidade descreve a fração do nutriente ou da energia do alimento que não é excretada nas fezes. A determinação da digestibilidade tem sido utilizada como ferramenta para avaliar a qualidade de uma dieta ou ingrediente, indicando o seu valor nutricional. Vários são os fatores que podem influenciar a digestibilidade dos alimentos nos peixes, com destaque para: espécie, idade, condições fisiológicas, temperatura da água, salinidade, composição do alimento, quantidade de alimento ingerido e tamanho da partícula (HEPHER, 1988).

Alguns trabalhos demonstram que a frequência e a taxa de alimentação influem na digestibilidade aparente da proteína bruta dos alimentos. Zhou et al. (2003) submetem juvenis de *Carassius auratus gibelio* a tratamentos com 2, 3, 4, 12 e 24 refeições diárias e observaram que quanto maior a frequência alimentar maiores foram os índices de digestibilidade aparente da proteína e energia da ração. No entanto, Henken et al. (1985) observaram relação negativa entre a digestibilidade aparente e o aumento das taxas de arraçoamento para o bagre africano (*Clarias gariepinus*).

Baseado nos trabalhos anteriores pode-se observar a importância de se adequar o manejo alimentar para cada espécie, visto que este pode influenciar a digestibilidade. Na piscicultura, as rações comerciais são normalmente vendidas com base no teor de proteína bruta, tornando necessários mais ensaios de digestibilidade deste componente, pois além de ser o que mais onera essas dietas, é responsável pela lixiviação de espécies nitrogenadas para o meio ambiente.

Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a digestibilidade aparente da proteína bruta (PB) em surubins (*Pseudoplatystoma sp.*), alimentados com dieta comercial oferecida em 6, 12 e 24 refeições diárias, com taxa de 4 e 8% do peso vivo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido na Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, UNESP – Univ. Estadual Paulista, Campus de Botucatu, no Setor de Aqüicultura. Este foi conduzido de 03 de fevereiro a 24 de março de 2009, e buscou-se avaliar a digestibilidade aparente da PB em surubins submetidos a três freqüências de arraçoamento (6, 12 e 24 vezes) e duas taxas (4 e 8% do peso vivo), no período noturno, devido ao hábito alimentar desta espécie. Os surubins híbridos (*Pseudoplatystoma corruscans* x *Pseudoplatystoma fasciatum*), doados pela empresa Mar & Terra localizada em Bandeirantes – MS, com peso médio de 24,2 g foram distribuídos de acordo com o tratamento em dezoito tanques-rede de 1 m³ com malha de tela metálica 5/8 recoberta com “PVC” com tampa de estrutura metálica, bóias de flutuação (Figura 1) e abrigos submersos (Figura 2). Os abrigos foram colocados para garantir bem-estar aos peixes, devido aos hábitos naturais desta espécie no meio ambiente e para a proteção destes contra predadores naturais (lontras).



Figura 1. Tanque-rede



Figura 2. Abrigo submerso

Os tanques-rede foram distribuídos linearmente em um reservatório de 2000m² com profundidade média de dois metros e renovação diária de 60 litros/minuto (Figura 3).

O alimento foi fornecido aos peixes por meio de alimentadores automáticos (Figura 4) instalados nos tanques-rede conforme o esquema demonstrado na Tabela 1. Para contenção da ração dentro do tanque-rede foram colocados cochos circulares que ocupavam cerca de 80% da superfície, confeccionados com telas plásticas de 1,0 mm, com cerca de 50,0 cm de largura, mantidas a aproximadamente 25,0 cm para fora e 25,0 cm para dentro da água.



Figura 3. Tanques-rede no reservatório



Figura 4. Dispensador automático de ração.

Tabela 1. Tratamentos experimentais segundo os fatores estudados

Frequências	Taxa de alimentação	
	4% do PV/dia	8% do PV/dia
6	F ₆ T ₄	F ₆ T ₈
12	F ₁₂ T ₄	F ₁₂ T ₈
24	F ₂₄ T ₄	F ₂₄ T ₈

Foi utilizada ração comercial de 2 a 4 mm, para peixes carnívoros, que segundo o fabricante contém 40 % de Proteína Bruta, 10% de Umidade, 10% de Extrato Etéreo, 6% de Matéria Fibrosa, 13% de Matéria Mineral, 3,5% de Cálcio e 0,6% de Fósforo. O fornecimento de ração foi controlado por temporizadores conforme a frequência alimentar proposta no experimento.

Ao final do experimento (47 dias), cinco animais de cada unidade foram insensibilizados com óleo de cravo (5mg/L), procedimento que segundo Oliveira et al. (2009) causa efeito anestésico leve, com perda parcial do equilíbrio. Após a insensibilização, os animais foram sacrificados com corte cranial na coluna vertebral. Dos peixes sacrificados, foram retiradas por meio do método de dissecação intestinal, as fezes presentes no terço final do intestino.

As fezes foram armazenadas em frascos âmbar para as determinações de digestibilidade de PB, adotando a sílica (SiO₂) presente naturalmente nas rações, como marcador interno. Os frascos com as amostras de fezes e da ração foram mantidos em freezer. Posteriormente essas amostras foram desidratadas em estufa de recirculação forçada de ar por 48 horas e submetidas à moagem até apresentar granulometria menor que 60 µm.

As determinações de digestibilidade da PB foram realizadas no laboratório de Química Analítica do Departamento de Química e Bioquímica do Instituto de Biociências da UNESP, Campus de Botucatu. Para a determinação da quantidade do marcador (SiO_2) presentes nas fezes e na ração, transferiu-se 100 mg das amostras para frascos de teflon de 50 mL e alíquota de 10 mL de água ultra pura. A mistura sólido-líquido foi então submetida à agitação por ultra-som para extração da fração mineral. Utilizando este procedimento foram feitos cinco ciclos de 20 segundos a 136 W de potência de ultra-som para extração dos analitos. Os extratos obtidos foram separados da fase sólida remanescente por centrifugação à 5°C e filtração.

A determinação do Si nesses extratos foi feita por espectrofotometria, utilizando o método anidrido silicomolibdico (WILLIANS, 1979). Para determinação da proteína bruta foi utilizado o método de Kjeldahl, no qual as amostras foram submetidas à digestão sulfúrica e posterior destilação em meio alcalino dos íons amônios gerados. Foi utilizado o fator de conversão de 6,25 (AOAC, 2000).

Com base na determinação do Si, que posteriormente foi transformada em porcentagem de SiO_2 , foi calculada o coeficiente de digestibilidade aparente da PB (CDA_{PB}) da ração, utilizando-se a seguinte equação (SHAHAT, 1993):

$$\text{CDAn} = 100 - \left[100 \left[\frac{\% \text{SiO}_{2r}}{\% \text{SiO}_{2f}} \right] \times \left[\frac{\% N_f}{\% N_r} \right] \right]$$

onde:

CDAn = Coeficiente de digestibilidade aparente do nutriente;

$\% \text{SiO}_{2r}$ = Porcentagem de sílica na ração;

$\% \text{SiO}_{2f}$ = Porcentagem de sílica nas fezes;

$\% N_r$ = Porcentagem do nutriente na ração;

$\% N_f$ = Porcentagem do nutriente nas fezes.

Parâmetros físico-químicos da água

Foram monitorados semanalmente os níveis de oxigênio dissolvido (oxímetro YSI 55), o pH (potenciômetro) e a temperatura máxima e mínima (termômetro de mercúrio) do viveiro.

Análise estatística

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado com seis tratamentos em esquema fatorial 3x2 com três repetições. Os valores dos coeficientes de digestibilidade aparente da PB foram analisados por meio do Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas – SAEG (EUCLYDES, 2005), incluindo no modelo os efeitos da taxa de alimentação, frequência alimentar e a interação entre eles. Quando significativa a análise de variância, a comparação entre as médias dos tratamentos foi realizada pelo teste de Duncan ($P < 0,05$).

RESULTADOS

Durante o período experimental os valores médios de oxigênio dissolvido, pH e temperatura foram 5,2 mg/l, 7,4 e 27,9 °C, respectivamente, encontrando-se dentro da faixa ideal para o cultivo de surubins ((EGNA & BOYD, 1997).

A ração comercial utilizada durante todo o experimento foi submetida à análise bromatológica para a comparação com os níveis de garantia apresentados pelo fabricante (Tabela 2).

Tabela 2. Níveis de garantia da ração e níveis reais encontrados com base em 100% de MS

Nutrientes (%)	Níveis de garantia (%)	Níveis encontrados (%)
Matéria seca (máx)	90,0	90,5
Proteína bruta (min)	40,0	42,19
Extrato etéreo (min)	10,0	10,29
Fibra bruta (máx)	6,0	-
Cálcio (máx)	3,5	0,12
Fósforo (min)	0,6	0,40
Matéria mineral (máx)	13,0	11,71

Os valores médios do CDA_{PB} encontram-se na Tabela 3. Pode-se constatar que houve interação da taxa de alimentação com a frequência de arraçoamento. Quando foi oferecido 4% do PV o CDA_{PB} não diferiu entre tratamentos ($P > 0,05$), mas quando foi fornecido a taxa de 8%, bem acima do que comercialmente é utilizado, a medida que aumentamos o número de refeições a digestibilidade melhorou ($P < 0,05$), mostrando o quanto o manejo alimentar é importante.

Observado os resultados quanto a frequência, vemos que quando foram fornecidas apenas 6 refeições por período, o aumento na taxa de alimentação de 4 para 8% do PV gerou uma redução o CDA_{PB} ($P < 0,05$).

Tabela 3. Valores médios do coeficiente de digestibilidade aparente da proteína bruta (CDA_{PB})

Frequências (nº alimentações)	Taxas (% PV)		
	4	8	Médias
24	54,47 Aa	59,63 Aa	57,05 ns
12	53,45 Aa	53,95 Aa	53,70 ns
6	57,81 Aa	40,93 Bb	49,37 ns
Médias	55,25 ns	51,51 ns	
CV(%)			10,98

Letras minúscula na mesma linha indicam diferença significativa ($p \leq 0,05$) pelo teste de Duncan.

Letras maiúscula na mesma coluna indicam diferença significativa ($p \leq 0,05$) pelo teste de Duncan.

CV = coeficiente de variação

As médias de conversão alimentar aparente apresentadas na Tabela 4 não diferiram entre os tratamentos, mas observando os valores apresentados, vemos que seguiram a mesma tendência do CDA_{PB}.

Tabela 4. Valores médios de conversão alimentar aparente dos 47 dias de cultivo em tanques-rede

Frequências (nº alimentações)	Taxas (% PV)		
	4	8	Médias
24	1,02	1,05	1,03 ns
12	1,01	1,11	1,06 ns
6	1,24	1,25	1,24 ns
Médias	1,09 ns	1,14 ns	
CV(%)			14,60

Letras minúscula na mesma linha indicam diferença significativa ($p \leq 0,05$) pelo teste de Duncan.

Letras maiúscula na mesma coluna indicam diferença significativa ($p \leq 0,05$) pelo teste de Duncan.

CV = coeficiente de variação

A metodologia utilizada neste experimento para a determinação da digestibilidade, utilizando a sílica como marcador interno, mostrou-se que pode ser adequada e importante para experimentos desenvolvidos a campo, não sendo necessária a produção de dieta com marcadores externos, pois a sílica está naturalmente presente nas dietas comerciais.

DISCUSSÃO

O manejo alimentar utilizado em espécies carnívoras, tem se baseado em trabalhos como o de Tucker & Robinson (1991). Estes relatam que as espécies carnívoras possuem estômago grande e podem ingerir grandes quantidades de alimento num único momento, mantendo-se saciados por longo período. O fato de terem capacidade de ingerir grandes quantidades de alimento, não significa que estes peixes estejam bem nutridos, portanto o número de refeições para esta espécie deve

ser revisto com cuidado, pois conforme o presente trabalho, a adequação do número de refeições mostrou-se importante para o melhor desempenho dos peixes.

Para a definição de uma boa estratégia de alimentação para surubins, fazem-se necessários mais estudos sobre a digestibilidade dos alimentos da dieta que aliem o manejo alimentar, pois no presente trabalho, vê-se nitidamente a influência da frequência alimentar e da taxa de alimentação, no melhor aproveitamento da dieta comercial. A maioria dos ensaios de digestibilidade avaliam os ingredientes da dieta e principalmente, de alimentos substitutos (FURUYA et al., 2001a; FURUYA et al., 2001b; GONCALVES & CARNEIRO, 2003; ABIMORAD & CARNEIRO, 2004; LANNA et al., 2004; GUIMARÃES, 2006), sem dar importância ao modo com que essa dieta será fornecida. Com isso, temos uma infinidade de resultados em que o CDA não foi satisfatório, inviabilizando a dieta fornecida.

As rações comercializadas para carnívoros normalmente possuem 40% de proteína bruta e muitas vezes essa proteína é de origem vegetal, o que dificultaria a assimilação de proteína, mas segundo Seixas-filho et al. (2001), isto não se mostra como problema, pois apesar desta espécie (*Pseudoplatytoma coruscans*) possuir as características intestinais dos peixes carnívoros, em que o intestino é praticamente retilíneo, esta possui adaptações a um possível regime onívoro, mas preferencialmente carnívoro, que são as circunvoluções das alças finais do intestino médio.

O presente trabalho demonstra que o CDA_{PB} aumentou ($P < 0,05$) à medida que ofereceu-se o alimento em maior número de refeições por período quando a taxa era de 8% do PV. Neste experimento, esta taxa está muito acima das quantidades oferecidas em pisciculturas comerciais, que não oferecem mais de 5% do PV para esta fase. No entanto, vê-se que ao dividi-la em 24 porções, mesmo sendo excessiva, a digestibilidade da PB melhorou. O CDA_{PB} não diferiu entre tratamentos ($P > 0,05$), quando foi oferecida a taxa de 4% do PV, pelo fato de estar abaixo das necessidades dos animais.

Zhou et al. (2003) trabalhando com *Carassius auratus gibelio*, forneceram ração com 40% de PB dividida em cinco frequências de arraçoamento (2, 3, 4, 12 e 24 vezes/período) e demonstraram que o CDA_{PB} melhorou a medida que foi aumentado o número de refeições por período, sendo a frequência de 24 vezes recomendada por eles. No trabalho anterior não foi estipulada uma taxa de alimentação fixa, portanto o alimento foi oferecido até a aparente saciedade em todas as refeições, com isso a quantidade de ração fornecida no tratamento de maior frequência foi superior aos

outros tratamentos. Pode-se observar que os resultados do presente trabalho concordam com os encontrados por Zhou et al. (2003), pois ambos forneceram grande quantidade de ração, mas devido ao número de refeições, os problemas que poderiam ocorrer, foram contornados.

Yuan et al. (2009), trabalhando com juvenis de *Myxocyprinus asiaticus*, ofertaram taxas de alimentação variando de 0,5% a 3% do PV divididas em duas refeições diárias e observaram que a medida que aumentavam a taxa de alimentação o CDA_{PB} foi reduzido. O presente trabalho concorda com o trabalho anterior, pois quando foi utilizada a menor frequência de alimentação (6 vezes) observou-se (Tabela 3) que o CDA_{PB} diminuiu quando aumentou-se a taxa de 4 para 8% do PV. Henken et al. (1985) também observaram relação negativa entre a digestibilidade aparente e o aumento das taxas de arraçamento (0,5 a 2,5% do PV) quando fornecidas em baixa frequência para o bagre africano (*Clarias gariepinus*).

Os trabalhos citados anteriormente mostraram os efeitos do manejo alimentar na digestibilidade aparente, mas encontram-se na literatura diversos estudos com diferentes espécies, em que a digestibilidade não sofreu efeito em função da frequência alimentar. Como exemplo, pode-se citar alguns autores e as espécies estudadas por eles, como Ustaoglu Tiril & Alagil (2009) (*Oncorhynchus mykiss*), Marian et al. (1981) (*Heteropneustes fossilis*) e Sveier & Lied (1998) (*Salmo salar*). Os resultados apresentados neste trabalho concordam com estes autores anteriormente citados, pois ao ser fornecida a menor taxa (4% do PV), não foi observada nenhuma diferença significativa entre tratamentos. Estes autores também utilizaram taxas abaixo da necessidade dos peixes, fazendo com que a digestibilidade aparente se comportasse igualmente em todos os tratamentos. Esta comparação pode ser realizada, pois neste trabalho avaliamos o efeito da frequência alimentar com duas taxas bem distintas (4 e 8% do PV) e isso possibilitou a observação de efeitos diferentes entre os tratamentos.

Para cada espécie podem ser encontrados resultados diferentes para o CDA_{PB} , devido ao hábito alimentar e a capacidade que elas têm de se adaptar ao regime de alimentação escolhido, pois assim como foi relatado anteriormente, a digestibilidade aparente de PB pode melhorar ou mesmo não sofrer alterações pelo aumento do número de refeições. Além dos resultados apresentados, alguns trabalhos também relatam o efeito negativo do aumento na frequência de alimentação na digestibilidade da PB (CHARLES et al., 1984; VAN DER MEER et al., 1997).

CONCLUSÃO

Com o presente trabalho conclui-se que a manejo alimentar pode influenciar a digestibilidade aparente da proteína bruta, mas ainda são necessários mais estudos nesta fase da criação de surubins, com taxas intermediárias as utilizadas, aliadas a altas frequências de alimentação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIMORAD, E.G.; CARNEIRO, D.J. Métodos de coleta de fezes e determinação dos coeficientes de digestibilidade da fração protéica e da energia de alimentos para o pacu, *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.5, p.1101-1109, 2004.

A.O.A.C. (Association of Official Analytical Chemists). **Official methods of analysis**. 17th edition. **Association of Official Analytical Chemists international**, Maryland, USA, 2000, 2200p.

CHARLES, P.M.; SEBASTIAN, S.M.; RAJ, M.C.V. et al. Effect of feeding frequency on growth and food conversion of *Cyprinus carpio* fry. **Aquaculture**, v. 40, p. 293-300. 1984.

CREPALDI, D.V.; FARIA, P.M.C.; TEIXEIRA, E.A. et al. O surubim na aquacultura do Brasil. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v.30, n.3/4, p.150-158, 2006.

EGNA, H.S.; BOYD, C.E. Dynamics of pond aquaculture. Boca Raton – Flórida: CRC Press, 1997.

EUCLYDES, R. SAEG: Sistema para análise estatística e genética. Versão 9, Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2005. **Disponível em:** www.ufv.br/saeg/download.htm . Acesso em 26 de Janeiro de 2010.

FURUYA, W.M.; PEZZATO, L.E.; PEZZATO, A.C. et al. Coeficientes de digestibilidade e valores de aminoácidos digestíveis de alguns ingredientes para tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 4, p. 1143-1149, 2001a.

FURUYA, W.M.; PEZZATO, L.E.; MIRANDA, E.C. et al. Coeficientes de digestibilidade aparente da energia e nutrientes de alguns ingredientes pela tilápia-do-nilo, *Oreochromis niloticus* (L.) (linhagem tailandesa). **Acta Scientiarum**, v. 23, n. 2, p. 465-469, 2001b.

GONÇALVES, E.G.; CARNEIRO, D.J. Coeficiente de digestibilidade aparente da proteína e energia de alguns ingredientes utilizados em dietas para o pintado (*Pseudoplatystoma corruscans*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 4, p. 779-786, 2003.

GUIMARÃES, I.G. **Digestibilidade aparente, pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), de alimentos extrusados**. 2006. 65f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

HENKEN, A.M.; KLEINGELD, D.W.; TIJSSEN, P.A.T. The effect of feeding level on apparent digestibility of dietary dry matter, crude protein and gross energy in the African catfish *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822). **Aquaculture**, v. 51, p. 1-11, 1985.

HEPHER, B. **Nutrition of Pond Fishes**. New York: Cambridge University Press, 1988. 404p.

INOUE, L.A.K.A.; ISHIKAWA, M.M.; HOSANO, H. et al. Princípios Básicos para Produção de Alevinos de Surubins (Pintado e Cachara). **Circular Técnica**, v. 15, 8p, 2008.

KUNII, E.M.F.; AGOSTINHO, C.A.; OLIVEIRA, L.C. et al. Influência da Frequência Alimentar e Taxa de Alimentação no desempenho produtivo de Kinguio criado em tanque-rede. In: AQUACIÊNCIA, 3, 2008, Maringá. **Anais...** Maringá: UEM, 2008. (CD-ROM).

LANNA, E.A.T.; PEZZATO, L.E.; CECON, P.R.; FURUYA, W.M.; BOMFIM, M.A.D. Digestibilidade aparente e trânsito gastrointestinal em Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), em função da fibra bruta da dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 6, p. 2186-2192, 2004.

MARIAN, M.P.; PONNIAH, A.G.; PITCHAIRAJ, R.; NARAYANAN, M. Effect of feeding frequency on surfacing activity and growth in the air-breathing fish, *Heteropneustes fossilis*. **Aquaculture**, v. 26, p. 237-244, 1981.

NRC (National Research Council). **Nutrient Requirements of Fish**. Washington: National Academy Press, 1993. 128p.

OLIVEIRA, F.A.; AGOSTINHO, C.A.; SOUSA, R.M.R. et al. Desempenho de tilapias cultivadas em tanques-rede arraçadas em diferentes intervalos e taxas alimentares. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 44., 2007, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: Sociedade brasileira de Zootecnia, 2007.

OLIVEIRA, J.R.; CARMO, J.L.; OLIVEIRA, K.K.C. et al. Cloreto de sódio, benzocaína e óleo de cravo-da-índia na água de transporte de tilápia-do-nilo. **Revista Brasileira de Zootecnia** [online]. 2009, v.38, n.7, pp. 1163-1169. ISSN 1516-3598.

SEIXAS-FILHO, J.T.; BRÁS, J.M.; GOMIDE, A.T.M. et al. Anatomia fucional e morfologia do intestino no Teleostei (Pisces) de água doce Surubim (*Pseudoplatystoma coruscans* – Agassiz, 1829). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.6, p.1670-1680, 2001.

SHAHAT, T.M. Digestibility determination in catfish fingerling using internal and external markers. **Veterinary Medical Journal**, v.41, p.83–91, 1993.

SOUSA, R.M.R.; AGOSTINHO, C.A.; OLIVEIRA, F.A.; ARGENTIM, D. Frequência alimentar e alimentação noturna de tilápias. **Panorama da aqüicultura**, v.16, p.49 - 51, 2006.

SOUSA, R.M.R. **Qualidade da água e desempenho produtivo da Tilápia do Nilo alimentada em diferentes frequências e períodos por meio de dispensador automático.** 2007. 64f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

SVEIER, H.; LIED, A. The effect of feeding regime on growth, feed utilisation and weight dispersion in large Atlantic salmon (*Salmo salar*) reared in seawater. **Aquaculture**, v.165, p. 333-345, 1998.

TUCKER, C.S.; ROBINSON, E.H. **Channel catfish farming handbook.** New York : AVI Book, 1991. 292p.

USTAOĞLU TIRIL, S.; ALAGIL, F. Effects of feeding frequency on nutrient digestibility and growth performance of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed a high lipid diet. **Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences**, v. 33, n. 4, p. 317-322, 2009.

VAN DER MEER, M.B.; VAN HERWAARDEN, H.; VERDEGEN, M.C.J. Effect of number of meals and frequency of feeding on voluntary feed intake of *Colossoma macropomum* (Cuvier). **Aquaculture Research**, v. 28, p.419-432, 1997.

WILLIAMS, W. J. **Handbook of anion determination.** London: Butterworths, 1979. 630p.

YUAN, Y.C.; YANG, H.J.; GONG, S.Y. et al. Effects of feeding levels on growth performance, feed utilization, body composition and apparent digestibility coefficients of nutrients for juvenile Chinese sucker, *Myxocyprinus asiaticus*. **Aquaculture research**, p.1-13, 2009.

ZHOU, Z.; CUI, Y.; XIE, S. et al. Effect of feeding frequency on growth, feed utilization, and size variation of juvenile gibel carp (*Carassius auratus gibelio*). **Journal of Applied Ichthyology**, v. 19, p. 244-249, 2003.

ZIMMERMAMM, S.; FITZSIMMONS, K. Tilapicultura intensiva. In: **Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva.** São Paulo: Aquabio. v. 1, p. 239-266, 2004.

CAPÍTULO IV

CONSIDERAÇÕES FINAIS

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho sugeriu as seguintes implicações:

- A) O manejo alimentar automatizado mostra-se uma ferramenta valiosa ao desenvolvimento da piscicultura, principalmente quando alia a frequência alimentar com a taxa de alimentação. O uso do alimentador automático possibilitou a alimentação noturna, garantindo um maior conforto para esta espécie, que na natureza alimenta-se durante a noite.

- B) A determinação da digestibilidade aparente de dietas comerciais em função do manejo alimentar possibilita uma visão mais prática da realidade.

- C) A metodologia utilizada para a determinação da digestibilidade aparente da proteína bruta com base na sílica, presente naturalmente nas rações, mostrou-se como uma boa ferramenta para avaliar os efeitos do manejo alimentar, mas são necessários estudos aprofundados desta técnica e principalmente comparações desta com a técnica que utiliza o Cr_2O_3 como marcador interno.

- D) Apesar dos bons resultados encontrados para desempenho e dos efeitos do manejo alimentar na digestibilidade aparente da proteína bruta, são necessárias mais pesquisas com taxas intermediárias as que foram utilizadas no presente trabalho, aliadas a altas frequências de arraçoamento.