

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

***TAXAS E FREQUÊNCIAS DE ALIMENTAÇÃO NA
PRODUÇÃO DE RÃ-TOURO EM BAIAS INUNDADAS***

CECÍLIA SILVA DE CASTRO

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

BOTUCATU – SP
Maio – 2010

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

***TAXAS E FREQUÊNCIAS DE ALIMENTAÇÃO NA
PRODUÇÃO DE RÃ-TOURO EM BAIAS INUNDADAS***

CECÍLIA SILVA DE CASTRO

Zootecnista

Orientador: Claudio Angelo Agostinho

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Zootecnia como parte
das exigências para a 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 - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

C355t Castro, Cecília Silva de, 1982-
Taxas e frequências de alimentação na produção de rã-touro em baias inundadas / Cecília Silva de Castro. - Botucatu : [s.n.], 2010.
vi, 63 f. : tabs., fots. color.

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

1. *Lithobates catesbeianus*. 2. Alimentação automática. 3. Manejo alimentar. 4. Sistema inundado. I. Agostinho, Claudio Angelo. II. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. III. Título.

Dedicatória

Aos meus pais

Francisco Geraldo de Castro e Solange Silva de Castro

Pelo amor, carinho, educação, apoio em todos os momentos e por todos os ensinamentos que me fixaram ser a mulher que sou hoje

Amo muito vocês

Aos meus irmãos

Clarissa Silva de Castro e Fausto Silva de Castro

Pelo carinho, amizade e pelo grande amor que sempre nos uniu

Amo muito vocês

Agradecimentos

Ao meu orientador, Professor Claudio Angelo Agostinho, pela amizade, confiança e pela ajuda, em todas as etapas e em tudo o que foi preciso, para realização desse trabalho.

Ao amigo Daniel, por toda ajuda durante o experimento e por todo o carinho. Sem ele teria sido muito mais difícil.

À empresa Ranaville Ranicultua Ltda, que disponibilizou as instalações, ração e funcionários para a execução do trabalho.

Aos funcionários da empresa Ranaville, pelo respeito, paciência e pelo carinho que tiveram por mim durante todo o experimento. Agradeço principalmente ao Paulo e ao Neumar, que se tornaram verdadeiros amigos para mim.

Ao professor Pedro de Magalhães Padilha, que cedeu espaço no laboratório de química para que as análises de digestibilidade fossem realizadas.

Ao pessoal do laboratório de química e aos técnicos que ajudaram a realizar as análises.

Às amigas da primeira república, Fabiana e Gabriela, por todos os momentos alegres que passamos juntas, pelo carinho e pela grande amizade. Foram como irmãs para mim.

Às amigas da segunda república, Juliana, Francine e Thalita, pelo carinho, amizade e pelo grande apoio que me deram nessa última etapa do mestrado.

Aos amigos Eduardo, Rodrigo, Lucas e Luciano, pelo carinho e amizade.

Aos funcionários do setor de piscicultura, João e Obedias, pela amizade.

A CAPES pela bolsa de mestrado e a FAPESP pelo auxílio à pesquisa.

A todos que de alguma forma colaboram para realização desse trabalho.

SUMÁRIO

Página

CAPÍTULO I

CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	1
Introdução.....	2
Evolução da alimentação e do manejo alimentar na ranicultura.....	3
Taxa e frequência de alimentação.....	5
Digestibilidade.....	8
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	12

CAPÍTULO II

INFLUÊNCIA DA FREQUÊNCIA DE ALIMENTAÇÃO NO DESEMPENHO PRODUTIVO E NA DIGESTIBILIDADE PARA RÃ-TOURO EM BAIAS INUNDADAS.....	17
Resumo.....	18
Abstract.....	19
Introdução.....	20
Material e Métodos.....	21
Resultados e Discussão.....	26
Conclusão.....	35
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	36

CAPÍTULO III**INFLUÊNCIA DA TAXA DE ALIMENTAÇÃO NO DESEMPENHO
PRODUTIVO E NA DIGESTIBILIDADE PARA RÃ-TOURO EM BAIAS**

INUNDADAS.....	41
Resumo.....	42
Abstract.....	43
Introdução.....	44
Material e Métodos.....	45
Resultados e Discussão.....	49
Conclusão.....	56
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	57

CAPÍTULO IV

CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	62
----------------------------------	-----------

ÍNDICE DE TABELAS

Página

CAPÍTULO II

INFLUÊNCIA DA FREQUÊNCIA DE ALIMENTAÇÃO NO DESEMPENHO PRODUTIVO E NA DIGESTIBILIDADE PARA RÃ-TOURO EM BAIAS INUNDADAS.....	17
1. Composição centesimal determinada e níveis de garantia da ração.....	23
2. Valores médios, em graus centígrados, de temperatura máxima (T _{máx}), mínima (T _{min}) e média (T _m) da água, monitorados durante 60 dias.....	26
3. Pesos médios (PM) e conversão alimentar aparente (CAA) de rã-touro em baias inundadas sobre diferentes frequências de alimentação durante o período experimental.....	27
4. Valores médios de ganho de peso (GP), ganho de peso diário (GPD), ganho de peso total (GPT) e sobrevivência (SOBR) de rã-touro em baias inundadas sobre diferentes frequências de alimentação durante o período experimental.....	28
5. Coeficientes de digestibilidade aparente da proteína bruta (CDA _{PB}) e coeficientes de disponibilidade aparente do cálcio (CDA _{Ca}) e fósforo (CDA _P) da ração fornecida para rã-touro em diferentes frequências de alimentação.....	31

CAPÍTULO III

INFLUÊNCIA DA TAXA DE ALIMENTAÇÃO NO DESEMPENHO PRODUTIVO E NA DIGESTIBILIDADE PARA RÃ-TOURO EM BAIAS INUNDADAS.....	41
1. Composição centesimal determinada e níveis de garantia da ração.....	46

2. Valores médios, em graus centígrados, de temperatura máxima ($T_{\text{máx}}$), mínima (T_{min}) e média (T_m) da água, monitorados durante 60 dias.....	50
3. Pesos médios (PM) e conversão alimentar aparente (CAA) de rã-touro em baias inundadas sobre diferentes taxas de alimentação durante o período experimental.....	50
4. Valores médios de ganho de peso (GP), ganho de peso diário (GPD), ganho de peso total (GPT) e sobrevivência (SBR) de rã-touro em baias inundadas sobre diferentes taxas de alimentação durante o período experimental.....	51
5. Coeficientes de digestibilidade aparente da proteína bruta (CDA_{PB}) e coeficientes de disponibilidade aparente do cálcio (CDA_{Ca}) e fósforo (CDA_{P}) da ração fornecida para rã-touro em diferentes taxas de alimentação.....	53

ÍNDICE DE FIGURAS

Página

CAPÍTULO II

INFLUÊNCIA DA FREQUÊNCIA DE ALIMENTAÇÃO NO DESEMPENHO PRODUTIVO E NA DIGESTIBILIDADE PARA RÃ-TOURO EM BAIAS INUNDADAS.....	17
1. Baias de recria com alimentador automático de ração (a); detalhe do alimentador automático de ração (b).....	22
2. Coleta de fezes com pipeta plástica.....	24

CAPÍTULO III

INFLUÊNCIA DA TAXA DE ALIMENTAÇÃO NO DESEMPENHO PRODUTIVO E NA DIGESTIBILIDADE PARA RÃ-TOURO EM BAIAS INUNDADAS.....	41
1. Baias de recria com alimentador automático de ração (a); detalhe do alimentador automático de ração (b).....	46
2. Coleta de fezes com pipeta plástica.....	47

CAPÍTULO I

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Introdução

A ranicultura no Brasil é uma atividade pouco explorada, mas vem se firmando como atividade viável e de grande potencial. A criação de rãs desperta grande interesse de produtores e pesquisadores, devido ao seu elevado potencial reprodutivo, conversão alimentar e retorno financeiro com a venda da carne.

A rã-touro (*Lithobates catesbeianus*), originária da América do Norte, foi introduzida no Brasil na década de 30 (RANÁRIO AURORA, 1938), adaptando-se às condições climáticas brasileiras, chegando a produzir de 10 a 20 mil girinos por desova, podendo reproduzir até seis vezes ao ano (AGOSTINHO et al., 2003). A adaptação e o bom desempenho da rã-touro foi fator determinante para que a criação intensiva se espalhasse pelo território nacional, transformando o Brasil no país pioneiro na criação intensiva de rãs (LIMA et al., 1994).

A alimentação das rãs sempre foi preocupação para os produtores e, posteriormente, dos pesquisadores que, a princípio, buscavam oferecer alimento semelhante àquele que o animal consumia na natureza (CASALI, 2003). Os principais avanços que ocorreram na ranicultura, com relação à alimentação, surgiram a partir da década de 80, principalmente com a proposta de oferecimento de ração comercial.

Os criadores comerciais desta espécie encontraram diferentes alternativas para induzir a ingestão de ração pelas rãs criadas nos diferentes tipos de baias de recria; em baias que possuem comedouros os rancultores misturam larvas de moscas com a ração a fim de induzir o consumo de ração inerte, e em baias inundadas a ração extrusada é lançada na superfície da água e o movimento da ração flutuante estimula o consumo. No primeiro caso, a criação de larvas aumenta o custo de produção e no segundo caso somente duas a três refeições são oferecidas diariamente e em grande quantidade, podendo prejudicar o desempenho dos animais e comprometer a qualidade da água, pois a ração em excesso afunda, com o movimento das rãs na água, tornando-se inacessível.

O domínio da criação da rã-touro ocorrerá quando lhe for oferecido alimento com a composição nutricional adequada para cada uma das fases de desenvolvimento. Para que isso ocorra, faz-se necessário maior conhecimento sobre o valor nutricional das dietas e seus ingredientes.

A criação de rãs bem nutridas não depende somente de estudos de exigências nutricionais para cada fase de desenvolvimento. O manejo adequado dos alimentos, como a frequência e a quantidade de ração oferecida diariamente determinarão o sucesso da criação.

Evolução da alimentação e do manejo alimentar na ranicultura

O fator limitante na criação de rã-touro é que esta espécie só captura alimento em movimento. A solução encontrada pelos primeiros ranicultores para esta limitação foi a alimentação com larvas de moscas, bofes, girinos, peixes, camundongos e outros alimentos (LIMA e AGOSTINHO, 1988). Entretanto, estes alimentos não viabilizavam a criação comercial de rãs.

O ranário Aurora, pioneiro na criação de rãs no Brasil, era composto por tanques retangulares escavados na terra, cercados com folhas de zinco e dividido em setores onde se fazia a reprodução, a criação de girinos e outras fases de criação separadamente. A alimentação consistia basicamente de insetos atraídos por lâmpadas ou carcaças em decomposição depositadas em mosqueiros flutuantes (RANÁRIO AURORA, 1938).

Na década de 70 e 80 alguns modelos de ranários foram propostos. Tendo como base a experiência de criadores, surgiu o modelo chamado “Tanque-ilha”, que consistia em um cercado onde o solo era escavado e uma ilha central era mantida; nesta eram colocadas vísceras e carcaças de animais que, entrando em decomposição, atraíam moscas e serviam de local para deposição dos ovos e, conseqüentemente, produção de larvas (FONTANELLO et al., 1980). A produção de larvas dentro das baias de criação de rãs causava sérios problemas de sanidade, muitas vezes levavam a bacterioses que dizimavam todo o plantel.

A proposta de criação de larvas de moscas em larvários, longe do ranário, foi evolução importante na criação de rãs. Os pesquisadores da Universidade Federal de Uberlândia propuseram baias de recria denominadas “Baias de confinamento”. O ranário era construído em compartimentos retangulares, cercados com placas de argamassa armada com piso em cimento onde o alimento (larvas produzidas em larvários) era colocado. As baias possuíam uma piscina que ocupava 25% da área total e eram parcialmente cobertas com telhas de fibrocimento (OLIVEIRA, 1982).

Em 1988, foi proposto o “Sistema Anfigranja”, no qual as baias possuem uma piscina central, abrigos e comedouros distribuídos em piso de cimento, oferecendo condições favoráveis para o crescimento dos animais. As características das instalações do sistema anfigranja foram definidas a partir do desenvolvimento de vários protótipos, aliados às técnicas de manejo sistematizadas para cada um dos setores da criação: reprodução, girinos e recria (LIMA e AGOSTINHO, 1988; 1992).

Foi em 1984 que, pela primeira vez, uma ração comercial misturada a larvas de mosca foi oferecida para rãs. A ração proposta para alimentação das rãs foi baseada nas exigências nutricionais de peixes carnívoros, por não haver o conhecimento específico das exigências nutricionais das rãs, e pelo fato da rã também ser um animal carnívoro e pecilotérmico (LIMA e AGOSTINHO, 1984). Para estimular a ingestão eram utilizadas larvas de *M. domestica* misturadas a ração (ALEIXO et al., 1984). As larvas de *M. doméstica* possuem fototropismo negativo, assim ficam em constante movimento migrando para o fundo do cocho e consequentemente movimentando a ração.

Somente com a utilização de ambientes isolados e controlados, concomitante ao abandono do uso de carcaças, é que a produtividade, juntamente com a qualidade e sanidade da larva de mosca doméstica produzida, atingiu níveis adequados para ser utilizada pelos produtores (CASALI, 2003). A técnica de cultivo de larvas de mosca alcançou níveis satisfatórios a ponto de serem desenvolvidos substratos eficientes para a produção das larvas a base de farelo de trigo (WEIRGERT et al., 2002).

A partir do uso de rações peletizadas e extrusadas, se propôs o uso de cochos vibratórios com intenção de se evitar a criação de moscas (AGOSTINHO et al., 2002). O condicionamento dos animais para ingerir o alimento inerte também é usado, por meio da oferta a lanço da ração nas baias, ou ainda utilização da larva somente no período inicial da criação (CASALI, 2003).

Outro avanço na alimentação de rãs foi a oferta de ração em baias inundadas. A técnica de criação de rãs em baias inundadas foi desenvolvida na China e inicialmente implantada na América do Sul (MAZZONI et al., 1995; MAZZONI, 1997). Neste sistema de criação as rãs são alimentadas com péletes extrusados que flutuam na água (MELLO, 2001). A ração é distribuída a lanço e o piso alagado, se torna um “comedouro aquático”, ou seja, o movimento da rã provoca ondas que movimentam a ração, estimulando as mesmas a se alimentarem.

O sistema inundado possui numerosas vantagens como a eliminação do alimento vivo e dos comedouros na alimentação das rãs, maiores densidades de criação e crescimento mais homogêneo (MAZZONI et al., 1995; MAZZONI, 2001).

Com o avanço alcançado pela proposta de lançar a ração na água, vieram alguns desafios, principalmente relacionados à qualidade da água. A quantidade de água, observado na maioria dos ranários comerciais, é pequena e não possibilita a renovação suficiente, podendo causar problemas sanitários, pois, ao se alimentarem as rãs podem ingerir ração contaminada com fezes e sobras de ração fermentada presentes na água.

De acordo com Oliveira (2007) e Sousa (2007), o manejo alimentar adequado é aquele em que os organismos aquáticos venham a consumir pequenas quantidades de alimento em várias vezes durante o dia. Entretanto, isto somente é viável quando se utiliza alimentadores automáticos, caso contrário os custos com a mão de obra aumentam o custo de produção.

A alimentação automática de rãs e peixes é técnica recente e tornou-se possível após o desenvolvimento de alimentador automático de ração que possibilita o oferecimento de várias refeições diárias (AGOSTINHO et al., 2004). O alimentador automático consiste em um reservatório com eixo movido por motor elétrico que libera a ração de acordo com programação prévia, permitindo o fornecimento de ração em intervalos curtos.

Oliveira et al. (2009) testaram o alimentador automático para rãs e constataram que a ração quando fornecida em pequenos intervalos, tanto na água como no cocho, oferece estímulo suficiente para que estas capturem o alimento, sem a necessidade da utilização de artifícios para movimentar a ração.

A alimentação automática foi o que possibilitou o desenvolvimento de outras criações de forma empresarial e industrial como é o caso da avicultura e da suinocultura. Hoje na avicultura apenas um tratador é capaz de cuidar de 240.000 animais, quando no sistema manual cuidava de apenas 15.000 animais (SOUSA, 2007).

Taxa e frequência de alimentação

O manejo alimentar adequado é indispensável para viabilizar e tornar lucrativa uma unidade de produção, tanto para peixes como para rãs. A taxa de alimentação, a frequência de arraçoamento e a utilização de alimentos de qualidade são indispensáveis

para o sucesso desta atividade, pois tanto excessos como falta de alimento influenciam diretamente no desenvolvimento dos animais e na qualidade da água.

De acordo com Lima e Agostinho (1988), a quantidade de alimento a ser oferecido para rãs é determinada por meio do peso do animal e também pela temperatura, que influencia nas atividades metabólicas. Para temperatura média de 25°C utiliza-se a taxa de alimentação de 3 a 5% do peso vivo. Quando a temperatura oscila entre 18°C e 25°C, essa taxa diminui para 2 a 3% do peso vivo. Lima et al. (2003) avaliaram, em nível de campo, o desempenho zootécnico da rã-touro criada em ranários comerciais que utilizam o sistema anfigranja. Os autores apresentaram uma tabela com os percentuais estimados de consumo de alimento, em função do peso médio dos animais, para o cálculo da quantidade de ração a ser oferecida diariamente. Na tabela, os valores das taxas de alimentação variam de 5,2% para rãs jovens (8 a 19 g) a 1,2% para rãs próximo ao tamanho de abate (210 a 230g).

Segundo Barbosa et al. (2005), taxas muito baixas de arraçoamento podem atender apenas as necessidades básicas dos animais, enquanto que taxas muito altas aumentam a velocidade de passagem do alimento no trato digestivo, reduzindo a sua digestão e assimilação, influenciando negativamente na conversão alimentar.

A quantidade de alimento oferecida deve ser equivalente ao valor estimado do consumo alimentar. Se o alimento for fornecido em excesso, além do aumento nos custos com alimentação, os animais serão prejudicados e o ambiente poluído, devido à deterioração das sobras da ração (LIMA e AGOSTINHO, 1988).

A utilização de ração na alimentação de organismos aquáticos tem trazido alguns problemas no que se refere à qualidade da água. O acúmulo de matéria orgânica dos restos de alimento pode aumentar a demanda de oxigênio, provocar alterações no pH e promover o acúmulo de amônia (PINHEIRO e MONTEIRO, 1991). O uso de alimentadores automáticos facilita o oferecimento da ração em altas frequências sem afetar o custo de produção, melhorando a qualidade da água, pois diminui o desperdício.

Segundo Phillips et al. (1998) a utilização de várias alimentações por dia podem melhorar a qualidade da água em cultivos intensivos. Em estudo realizado com alevinos de walleyes (*Stizostedion vitreum*), os autores observaram que as médias diárias de oxigênio dissolvido foram maiores e as médias de nitrogênio amoniacal (NH_4^+) foram menores no tratamento que recebeu maior número de refeições por dia.

Segundo Bergot e Kestemont (1995), a utilização de alimentadores automáticos garante maior regularidade na produção de alevinos de carpa, contribui para minimizar o risco de poluição e introdução de patógenos na água. Pesquisas feitas por Novato (2000) demonstraram que a alimentação automática (frequência de 12 vezes/dia) para tilápias nilóticas apresentou melhores resultados do que a alimentação manual e por demanda. Azzaydi et al. (1999) avaliaram diferentes estratégias de alimentação no desempenho de robalo (*Dicentrarchus labrax*, L) e concluíram que os sistemas de alimentação automática, em que a quantidade de alimento é modulada de acordo com o ritmo natural de alimentação do animal, podem melhorar o crescimento e a eficiência alimentar.

A utilização de alimentadores automáticos na produção de organismos aquáticos permite melhor aproveitamento da mão-de-obra. Segundo Guerrero-Alvarado (2003) e Jomori et al. (2005), esse item influencia significativamente nos custos.

Oliveira (2007) e Sousa (2007) observaram que a alta frequência alimentar melhora o aproveitamento da ração na produção de tilápias, possibilitando aumento da taxa de alimentação sem desperdício de ração. Os autores sugerem que o manejo alimentar adequado é aquele em que os organismos aquáticos venham a consumir pequenas quantidades de alimento em várias vezes durante o dia.

Alguns estudos demonstraram que o aumento da frequência na alimentação de peixes promove maior ganho de peso e melhores taxas de crescimento (MURAI e ANDREWS, 1976; KIKUCHI e IWATA, 2006; TURKER, 2006; BAŞÇINAR et al., 2007; CANTON et al., 2007). Zhou et al. (2003) testaram as frequências de 2, 3, 4, 12 e 24 refeições/dia na alimentação de carpas (*Carassius auratus gibelio*) com uso de alimentador automático e observaram que maiores frequências de alimentação (12 e 24) apresentaram maiores taxas de crescimento e eficiência alimentar.

Pádua (2001) observou melhor rendimento e composição bromatológica de filés de tilápias submetidas a 2 e a 4 refeições do que frequências menores, uma refeição por dia e uma refeição a cada dois dias. Turker (2006) também observou que a frequência alimentar influenciou na composição química dos peixes. O teor de proteína e lipídios dos peixes aumentou no grupo onde a frequência alimentar era maior.

Lazzari et al. (2004) avaliaram o efeito da frequência de arraçoamento no desenvolvimento de pós-larvas de jundiá (*Rhandia quelen*). Os autores observaram

diferença, aos sete dias, entre as médias das diferentes frequências, para comprimento total e padrão, sendo a frequência de uma em uma hora superior a de duas em duas horas para estes parâmetros.

Sanches e Hayashi (2001) testaram diferentes frequências de alimentação (2, 4, 5 e 6 refeições/dia) no desempenho de tilápias do nilo durante a fase de reversão. Os valores de biomassa total, peso e comprimento médios finais se mostraram mais adequados nas frequências de 4 a 5 alimentações/dia. O crescimento foi reduzido na menor frequência. Charles et al. (1984) trabalhando com alevinos de carpa observaram que a frequência alimentar pode influenciar nas taxas de alimentação e de absorção do alimento para essa espécie.

Silva et al. (2007a) testaram duas frequências de alimentação (2 e 3 refeições/dia) e duas taxas de alimentação (5 e 10% do peso vivo/dia) na produção de tambaqui (*Colossoma macropomum*). Os resultados mostraram que a taxa de alimentação de 10% dividida em 3 refeições/dia foi a estratégia de alimentação mais eficiente para essa espécie na fase inicial, pois proporcionou melhor crescimento e produção, com menor custo.

A frequência ideal de alimentação deve ser determinada não somente com base no crescimento e conversão alimentar, mas também de acordo com a uniformidade. Wang et al. (1998) trabalhando com diferentes frequências de alimentação no desempenho de híbridos de sunfish (*Lepomis cyanellus* x *L. macrochirus*), observaram que a variação de tamanho entre os indivíduos diminuiu com o aumento do número de refeições diárias, sugerindo que a alimentação mais frequente pode produzir animais de tamanhos mais uniformes.

Digestibilidade

Nos últimos anos a ranicultura nacional passa por acelerado processo de desenvolvimento, estimulando pesquisas com o objetivo de desenvolver dietas adequadas para produção de rãs, de forma econômica e que atenda suas exigências nutricionais e diminua o descarte de matéria orgânica e fósforo no meio aquático. A determinação da digestibilidade tem sido uma das principais ferramentas para avaliar a qualidade da dieta ou ingrediente, indicando o seu valor nutricional, assim como os

níveis de nutrientes não digeridos que irão compor a maior parte dos resíduos acumulados no meio aquático (FURUYA et al., 2001).

O conhecimento da digestibilidade é indispensável para compor uma dieta balanceada, econômica e que atenda as exigências nutricionais das rãs. Entretanto, são poucas as informações relacionadas à nutrição destes animais (SECCO, 2005; MOURIÑO e STÉFANI, 2006).

Estudos na nutrição de peixes revelam que a frequência e a taxa de alimentação tem efeito sobre a digestibilidade. Zhou et al. (2003) testaram diferentes frequências de alimentação no crescimento e utilização dos alimentos em juvenis de carpa (*Carassius auratus gibelio*) e observaram que a digestibilidade da proteína e energia aumentaram com o aumento da frequência de alimentação. Henken et al. (1985) observaram relação negativa entre a digestibilidade e o aumento das taxas de arraçoamento para o bagre africano (*Clarias gariepinus*).

É importante conhecer a digestibilidade dos nutrientes nos alimentos não somente para formular dietas que maximizem o crescimento do animal, mas também para diminuir os desperdícios (SECCO, 2005). Os nutrientes quando não são absorvidos permanecem na água de cultivo e podem impactar o meio ambiente. Portanto, para balancear a ração de forma que atenda as exigências nutricionais e minimize os efeitos negativos ao ambiente, é importante que se conheça a digestibilidade dos nutrientes, orgânicos e inorgânicos, dos alimentos que farão parte da ração.

A determinação do coeficiente de disponibilidade dos minerais nos alimentos pelos organismos aquáticos é de grande importância. Estes nutrientes são responsáveis pela formação óssea, manutenção dos sistemas coloidais, regulação do equilíbrio ácido-básico e são componentes de enzimas envolvidas nos processos metabólicos (WATANABE et al., 1997).

O cálcio e o fósforo são minerais muito importantes em todos os sistemas biológicos. De acordo com Cyrino et al. (2004), o cálcio está ligado com a contração muscular, integração da membrana celular e ativação enzimática e o fósforo participa do metabolismo de carboidratos, lipídios e aminoácidos. O fósforo é considerado o mineral de maior importância na nutrição animal, sendo considerado o principal nutriente que contribui para a eutrofização dos ambientes aquáticos (BOCK et al., 2006).

Em ensaios de digestibilidade para organismos aquáticos são utilizados marcadores fecais, os quais se dividem em internos, que ocorrem naturalmente nos alimentos, e externos, que são adicionados na dieta. Esses marcadores devem assumir os seguintes critérios: não interferir no metabolismo digestório do animal, não ser absorvido, apresentar mesma taxa de passagem pelo intestino que a dieta e ser atóxico (RINGO, 1993; KABIR et al., 1998).

O óxido de cromo III (Cr_2O_3) é o marcador externo mais utilizado nos estudos de digestibilidade em rãs (SECCO, 2005; MOURIÑO e STÉFANI, 2006) e peixes (SULLIVAN e REIG, 1995; PEZZATO et al., 2004; OLIVEIRA FILHO e FRACOLOSSI, 2006). Apesar de muito utilizado, apresenta dificuldades na sua quantificação, pois a mineralização é feita com mistura nítrica-perclórica sob aquecimento lento em blocos digestores e os extratos ácidos resultantes contêm íons dicromato ($\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$), altamente tóxicos, podendo comprometer o ambiente e a saúde dos analistas. A técnica de extração dos nutrientes metálicos por ultra-sonificação permite a eliminação da etapa de mineralização das amostras, reduz o tempo das determinações analíticas e não gera resíduos tóxicos (SILVA et al., 2006, 2007b; MORAES et al., 2009; NEVES, 2009).

A sílica (SiO_2), naturalmente presente nas rações para organismos aquáticos, pode ser utilizada como alternativa ao Cr_2O_3 . Saleh et al. (2007) determinaram a disponibilidade de zinco de amostras de rações de peixes, utilizando extração ultrasônica e adotando SiO_2 como marcador interno. Os autores obtiveram resultados equivalentes ao método clássico que utiliza Cr_2O_3 como marcador externo, após mineralização ácida das amostras.

A escolha do método de coleta de fezes também é muito importante para obtenção de bons resultados. Na nutrição de peixes existem várias metodologias para coleta de fezes. Abmorad e Carneiro (2004) avaliaram diferentes métodos de coleta de fezes como dissecação intestinal, extrusão manual, sucção anal, pipetagem imediata na água, filtração contínua da água e decantação das fezes para determinação dos coeficientes de digestibilidade para o pacu (*Piaractus mesopotamicus*). Os autores concluíram que todos esses métodos de coleta de fezes podem ser adotados para determinação dos coeficientes de digestibilidade da proteína dos alimentos.

Segundo Mourinõ e Stéfani (2006), as informações obtidas com uma espécie não devem ser generalizadas para outras, devido a fatores específicos como comportamento e consistência das fezes. Os autores avaliaram diferentes métodos de coleta de fezes para determinação da digestibilidade protéica de uma ração fornecida para a rã-touro. O método de coleta de fezes por decantação em aquários apresentou maiores valores de digestibilidade, provavelmente devido à menor contaminação do material fecal ou por perdas dos nutrientes por lixiviação. Com o método de dissecação intestinal os resultados podem ter sido subestimados, pois ao retirar as fezes, espremendo-se as partes do trato digestório, pode ter havido contaminação com urina e mucosa do intestino. Os métodos de coleta total de fezes e coleta parcial com indicador também podem ter sido subestimados devido à contaminação das fezes por muco, pele dos animais e até mesmo por partículas de alimentos regurgitados. Apesar das possíveis perdas ou contaminações, os autores concluíram que todos os métodos testados podem ser usados para ensaios de digestibilidade com rãs.

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

Capítulo II - Influência da frequência de alimentação no desempenho produtivo e na digestibilidade para rã-touro em baias inundadas. A redação deste capítulo foi realizada de acordo com as normas de publicação da Revista Brasileira de Zootecnia.

Capítulo III - Influência da taxa de alimentação no desempenho produtivo e na digestibilidade para rã-touro em baias inundadas. 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, C. A. et al. Influência do fotoperíodo sobre a indução da ovulação em rã-touro (*Rana catesbeiana*). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40, 2003, Santa Maria, RS. **Anais...** Santa Maria: SBZ, 2003. CD-ROM. Aquicultura.
- AGOSTINHO, C. A.; CHAVES, M. A.; BOMFIM, R. M. Facilities for laboratory rearing of bullfrog, *Rana catesbeiana* Shaw (1802). **Baltic Journal of Laboratory Animal Science**, v. 12, n. 3, p. 191-199, 2002.
- AGOSTINHO, C. A. et al. Dispensador automático de ração. Patente de Invento nº 0403612-3, INPI (Instituto Nacional da Propriedade Industrial), 2004.
- ALEIXO, R. C.; LIMA, S. L.; AGOSTINHO, C. A. **Criação da mosca doméstica para suplementação alimentar de rãs**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1984. 11 p. (Informe Técnico, 46).
- AZZAYDI, M. et al. Effect of meal size modulation on growth performance and feeding rhythms in European sea bass (*Dicentrarchus labrax*, L.). **Aquaculture**, v. 170, p. 253-266, 1999.
- BARBOSA, A. C. A.; ALMEIDA, L. D. L.; FONSECA, R. B. Avaliação de diferentes sequências de arraçamento no desenvolvimento de tilápias cultivadas em gaiolas. Natal, RN: EMPARN, 2005.
- BAŞÇINAR, N. et al. The effect of feeding frequency on growth performance and feed conversion rate of black sea trout (*Salmo trutta labrax* Pallas, 1811). **Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, v. 7, p. 13-17, 2007.
- BERGOT, P., KESTEMONT, P. L'alimentation artificielle des larves de carpe. In: BILLARD, R. **Les carpes: biologie et élevage**. Collection Hydrobiologie et Aquaculture. Paris: INRA, 1995, p. 164-168.
- BOCK, C. L. et al. Fitase e digestibilidade aparente de nutrientes de rações por tilápias-do-nilo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 6, p. 2197-2202, 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.

CASALI, A. P. **Avaliação de rações comerciais na recria de rã-touro (*Rana catesbeiana*, SHAW 1802) em mini baias**. 2003. 87 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal da Paraíba, Paraíba, 2003.

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

CYRINO, J. E. P. et al. **Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva**. São Paulo: TecArt, 2004, 533 p.

FONTANELLO, D.; ARRUDA SOARES, H.; REIS, J. M. Manejo alimentar de rãs. In: ENCONTRO NACIONAL DE RANICULTURA, 2, 1980, Jaboticabal, SP. **Anais...** Jaboticabal: ABCR, 1980, p. 153-177.

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**, v. 23, n. 2, p. 465-469, 2001.

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

HENKEN, A. M.; KLEINGELD, D. W.; TIJSEN, 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.

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. **Aquaculture**, v. 167, p. 259-272, 1998.

KIKUCHI, K.; IWATA, N. Effect of feeding frequency, water temperature, and stocking density on the growth of tiger puffer, *Takifugu rubripes*. **Journal of the World Aquaculture Society**, v. 37, n. 1, p. 13-20, 2006.

LAZZARI, R. et al. Efeito da frequência de arraçoamento e da troca do tamanho de partícula alimentar no desenvolvimento de pós-larvas de jundiá (*Rhandia quelen*). **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 10, n. 2, p. 231-234, 2004.

LIMA, S. L.; AGOSTINHO, C. A. **A criação de rãs**. São Paulo: Globo, 1988, 187p.

LIMA, S. L.; AGOSTINHO, C. A. **A tecnologia de criação de rãs**. Viçosa: Imprensa Universitária, 1992, 168 p.

LIMA, S. L.; AGOSTINHO, C. A. **Ranicultura: Técnicas e proposta para alimentação de rãs**. Informe Técnico. Viçosa: Imprensa Universitária; UFV (Inf. Tec. Nº50), 1984.

LIMA, S. L.; FIGUEIREDO, M. R. C.; MOURA, O. M. **Diagnóstico da ranicultura: problemas, propostas de soluções e pesquisas prioritárias**. Viçosa: ABETRA - Academia Brasileira de Estudos Técnicos em Ranicultura, 1994. 170 p.

LIMA, S.L.; CASALI, A.P.; AGOSTINHO, C.A. Desempenho zootécnico e percentual de consumo de alimento de rã-touro (*Rana catesbeiana*) na fase de recria (pós-metamorfose) do sistema anfigranja. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 3, p. 505-511, 2003.

MAZZONI, R. et al. Cría de ranas en “Sistema Inundado”, experiencias en ranarios comerciales. In: ENCONTRO NACIONAL DE RANICULTURA & TECHNOFROG’95, 8, 1995, Viçosa. **Anais...** Viçosa: ABETRA - Academia Brasileira de Estudos Técnicos em Ranicultura e UFV, 1995, p. 121-122.

MAZZONI, R. **Ranicultura: manual básico para inversores**. Montevideu, 2001, 20 p.

MAZZONI, R. Sistema inundado de cria de ranas. In: ENCONTRO NACIONAL DE RANICULTURA, 9, INTERNATIONAL MEETING ON FROG RESEARCH AND TECHNOLOGY, 2, 1997, Santos. **Anais...** Santos: ABETRA – Academia Brasileira de Estudos Técnicos em Ranicultura, 1997, p. 151-160.

MELLO, S. C. R. P. Sistema inundado de criação de rãs. Ensaios experimentais. In: CICLO DE PALESTRAS SOBRE RANICULTURA DO INSTITUTO DE PESCA, 1, 2001. Boletim Técnico do instituto de Pesca, v. 31. 2001.

MORAES, P. M.; LOUREIRO, V. R.; PADILHA, P. Determinação de fósforo bio disponível em rações de peixes utilizando extração assistida por ultra-som e espectrofotometria no visível. **Química Nova**, v. 32, n. 4, p. 923-927, 2009.

MOURIÑO, J. L. P.; STÉFANI, M. V. Avaliação de métodos de coleta de fezes para determinação da digestibilidade protéica em rã-touro (*Rana catesbeiana*). **Ciência Rural**, v. 36, n. 3, p. 954-958, 2006.

MURAI, T.; ANDREWS, J. W. Effects of frequency of feeding on growth and food conversion of channel catfish fry. **Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries**, v. 42. n. 2, p. 159-161, 1976.

NEVES, R. C. F. et al. FAAS determination of metal nutrients in fish feed after ultrasound extraction. **Food Chemistry**, v. 113, n. 2, p. 679-683, 2009.

NOVATO, P. F. C. **Comparação entre os sistemas de alimentação de demanda, manual e automático sobre o desempenho da Tilápia Vermelha (*Oreochromis spp*)**. 2000. 87 f. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) - Centro de Aquicultura da Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2000.

OLIVEIRA FILHO, P. R.; FRACALOSSI, D. M. Coeficientes de digestibilidade aparente de ingredientes para juvenis de jundiá. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 4, p. 1581-1587, 2006.

OLIVEIRA, F. A. **Taxas e intervalos de alimentação na produção de tilapia em tanque-rede com dispensador automático de ração.** 2007. 81 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2007.

OLIVEIRA, F.A et al. Manejo alimentar com dispensador automático na recria de rã-touro. **Archivos de Zootecnia**, v.58 (supl. 1), p. 589-592, 2009.

OLIVEIRA, G. A. Instalação de Ranário. In: ENCONTRO NACIONAL DE RANICULTURA, 3, 1982, Uberlândia. **Anais...** Uberlândia: UFU, 1982, p. 41-58.

PÁDUA, D. M. C. **A frequência alimentar e a utilização dos nutrientes da dieta pela Tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*.** 2001. 125 f. Tese (Doutorado em Aquicultura) - Centro de Aquicultura da Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2001.

PEZZATO, L. E. et al. Digestibilidade aparente da matéria seca e da proteína bruta e a energia digestível de alguns alimentos alternativos pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Acta Scientiarum**, v. 26, n. 3, p. 329-337, 2004.

PHILLIPS, T. A.; SUMMERFELT, R. C.; CLAYTON, R. D. Feeding frequency effects on water quality and growth of walleye fingerlings in intensive culture. **The Progressive Fish-Culturist**, v. 60, p.1-8, 1998.

PINHEIRO, P. R. C.; MONTEIRO, J. J. H. Estudo comparativo do uso de rações sobre a qualidade da água em piscicultura. **Ciência Agrônômica**, v. 22, p. 7-15, 1991.

RANÁRIO AURORA. **Cultura da rã-gigante touro, *Rana catesbeiana*.** Rio de Janeiro, 1938. 58 p.

RINGO, E. Does chromic oxide (Cr_2O_3) affect faecal lipid and intestinal bacterial flora in Arctic charr, *Salvelinus alpinus* (L.)?. **Aquaculture and Fisheries Management**, v. 24, p. 767-776, 1993.

SALEH, M. A. D. et al. Determinação da biodisponibilidade de zinco em rações de peixes utilizando SiO_2 como marcador interno. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 44, 2007, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal. CD-ROM. Aquicultura.

SANCHES, L. E. F.; HAYASHI, C. Effect of feeding frequency on Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.) fries performance during sex reversal in hapas. **Acta Scientiarum**, v. 23, n. 4, p. 871-876, 2001.

SECCO, E. M.; STÉFANI, M. V.; VIDOTTI, R. M. Apparent digestibility of different ingredients in diets for bullfrog *Rana Catesbeiana* tadpoles. **Journal of the World Aquaculture Society**, v. 36, n. 1, p. 135-140, 2005.

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

SILVA, F. A. et al. Determination of selenium by GFAAS in slurries of fish feces to estimate the bioavailability of this micronutrient in feed used in pisciculture. **Chemosphere**, v. 68, p. 1542–1547, 2007b.

SILVA, F. R. et al. Determination of chromium by GFAAS in slurries of fish feces to estimate the apparent digestibility of nutrients in feed used in pisciculture. **Talanta**, v. 69, p. 1025–1030, 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 em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2007.

SULLIVAN, J. A.; REIGH, R. C. Apparent digestibility of selected feedstuffs in diets for hybrid striped bass (*Morone saxatilis* Q X *Morone chrysops* 8). **Aquaculture**, v. 138, p. 313–322, 1995.

TURKER, A. Effects of feeding frequency on growth, feed consumption, and body composition in juvenile turbot (*Psetta maxima* linnaeus, 1758) at low temperature. **Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences**, v. 30, p. 251–256, 2006.

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.

WATANABE, T.; KIRON, V.; SATOH, S. Trace minerals in fish nutrition. **Aquaculture**, v. 151, p. 185–207, 1997.

WEIGERT, S.C. et al. Influência da temperatura e do tipo de substrato na produção de larvas de *Musca domestica* linnaeus, 1758 (diptera, muscidae). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n.5, p. 1886–1889, 2002.

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.

CAPÍTULO II

**INFLUÊNCIA DA FREQUÊNCIA DE ALIMENTAÇÃO NO DESEMPENHO
PRODUTIVO E NA DIGESTIBILIDADE PARA RÃ-TOURO EM BAIAS
INUNDADAS**

Influência da frequência de alimentação no desempenho produtivo e na digestibilidade para rã-touro em baias inundadas

RESUMO: Essa pesquisa teve por objetivo avaliar o efeito da frequência alimentar no desempenho produtivo da rã-touro (*Lithobates catesbeianus*) e determinar os coeficientes de disponibilidade de cálcio e fósforo e o coeficiente de digestibilidade da proteína da ração. Foram testadas três frequências de alimentação (6, 24 e 46 refeições/dia) em delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições. Foram utilizadas rãs com peso médio de $70,59 \pm 1,05$ g, distribuídas em 12 baias de recria com piso alagado localizadas dentro de uma estufa. A ração foi fornecida por meio de alimentadores automáticos. Para determinação da digestibilidade da proteína e disponibilidade de cálcio e fósforo utilizou-se a sílica (SiO_2) como marcador interno. O melhor crescimento foi observado com a maior frequência de alimentação aos 20, 40 e 60 dias. Ao final do experimento, as frequências de 6, 24 e 46 refeições/dia proporcionaram valores de conversão alimentar aparente de 2,31; 1,88 e 1,20, respectivamente. As diferentes frequências de alimentação não influenciaram na digestibilidade aparente da proteína e na disponibilidade aparente do cálcio e fósforo da ração fornecida para a rã-touro. Recomenda-se a alimentação de rã-touro em alta frequência (46 refeições/dia)

Palavras-chave: alimentação automática, crescimento, *Lithobates catesbeianus*, manejo alimentar, sistema inundado

**Influence of feeding frequency in the productive performance and digestibility for
bullfrogs in flooded stalls**

ABSTRACT: This study aimed to evaluate the effect of feeding frequency in the productive performance of bullfrogs (*Lithobates catesbeianus*) and to determine the availability coefficients of calcium and phosphorous and the digestibility coefficient of protein contained in diet. Three feeding frequencies were tested (6, 24 and 46 meals/day) in a randomized completely design, with four repetitions. Bullfrogs were used with mean weight of 70.59 ± 1.05 g, distributed in 12 frog production stalls with flooded floor. The diet was supplied through automatic feeders. For determination of protein digestibility contained in diet and calcium and phosphorous availability used the silica (SiO_2) as internal marker. The best growth was obtained using the largest feeding frequency during 20, 40 and 60 days. At the end of the experiment, the frequencies of 6, 24 and 46 meals/day provided values of apparent feed conversion ranged from 2.31; 1.88 and 1.20, respectively. The different feeding frequencies didn't influence in the apparent digestibility of the protein and about the apparent availability of calcium and phosphorous contained in diet supplied for the bullfrogs. It is recommended high feeding frequency (46 meals/day) for the bullfrogs.

Key Words: automatic feed, growth, *Lithobates catesbeianus*, feed management, flooded system

INTRODUÇÃO

A ranicultura é uma atividade pouco explorada, mas vem se firmando como atividade viável e de grande potencial. A criação de rãs desperta grande interesse de produtores e pesquisadores, devido ao seu elevado potencial reprodutivo, conversão alimentar e retorno financeiro com a venda da carne.

O surgimento do sistema Inundado, na década de 90, foi um avanço importante na ranicultura em relação à alimentação. Nesse sistema de criação a ração extrusada é distribuída a lanço na superfície da água, dispensando a utilização de larva de mosca para movimentar a ração (MAZZONI et al., 1995; MAZZONI, 1997; MELLO, 2001). Mas juntamente com o avanço alcançado por essa proposta vieram alguns desafios, principalmente relacionados à qualidade da água, pois a quantidade de água na maioria dos ranários comerciais é pequena, não possibilitando a renovação suficiente e causando problemas sanitários, pois, ao se alimentarem as rãs ingerem ração contaminada com fezes e ração fermentada presentes na água.

No sistema inundado é comum o fornecimento da ração apenas duas ou três vezes ao dia e em grandes quantidades. Isto pode prejudicar o desempenho dos animais e comprometer a qualidade da água, pois a ração em excesso afunda, com o movimento das rãs na água, tornando-se inacessível. O aumento da frequência de alimentação nesse sistema de produção pode sanar essas deficiências no manejo alimentar, e pode ser realizado com o uso de alimentadores automáticos (AGOSTINHO et al., 2004), pois estes possibilitam o oferecimento de várias refeições diárias, em pequenas porções e em intervalos curtos.

Alguns estudos demonstram que o aumento da frequência alimentar promove maior ganho de peso e melhores taxas de crescimento na produção de peixes (MURAI & ANDREWS, 1976; CANTON et al., 2007), melhorando a eficiência alimentar (ZHOU et al., 2003) e permitindo o aumento da taxa de alimentação sem desperdícios (OLIVEIRA, 2007; SOUSA, 2007).

A determinação da digestibilidade tem sido ferramenta importante para avaliar a qualidade de uma dieta ou ingrediente, indicando o seu valor nutricional, assim como os níveis de nutrientes não digeridos, que irão compor a maior parte dos resíduos

acumulados no meio aquático (FURUYA et al., 2001a). O conhecimento da digestibilidade é indispensável para compor dieta balanceada, econômica e que atenda as exigências nutricionais das rãs. Entretanto, são poucas as informações relacionadas à nutrição destes animais (SECCO, 2005; MOURIÑO & STÉFANI, 2006).

Estudos na nutrição de peixes revelam que a frequência de alimentação tem efeito sobre a digestibilidade. Zhou et al. (2003) testaram diferentes frequências de alimentação no crescimento e na utilização dos alimentos em juvenis de carpa (*Carassius auratus gibelio*) e observaram que a digestibilidade aparente da proteína e energia aumentaram significativamente com o aumento da frequência de alimentação.

É importante conhecer a digestibilidade dos nutrientes nos alimentos não somente para formular dietas que maximizem o crescimento do animal, mas também para diminuir os desperdícios (SECCO, 2005). Os nutrientes, orgânicos e inorgânicos, quando não são absorvidos permanecem na água de cultivo e podem impactar o meio ambiente.

O desenvolvimento de técnicas que melhorem o manejo alimentar é premissa básica para o desenvolvimento da ranicultura. Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da frequência alimentar no desempenho produtivo da rã-touro e determinar os coeficientes de disponibilidade de cálcio e fósforo e o coeficiente de digestibilidade da proteína da ração.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido na empresa Ranaville Ranicultura Ltda., localizada na Fazenda Ipê no município de São Roque-SP, no período de 24 de março a 22 de maio de 2009.

Foram utilizadas 12 baias de recria, com paredes e fundo de alvenaria, área de 20 m², piso alagado e lâmina de água de aproximadamente 7 cm do piso. As baias estavam localizadas dentro de um galpão de estrutura metálica coberto com plástico, formando uma estufa. A limpeza das baias era feita apenas uma vez ao dia, pela manhã, das 8 as 12 horas, e cada baia era abastecida com aproximadamente 1.400 litros de água proveniente de riacho próximo ao ranário. A temperatura máxima e mínima da água foi monitorada diariamente.

Em cada baia foi instalado um alimentador automático (AGOSTINHO et al., 2004), com temporizadores individuais, que possibilitam definir previamente a quantidade e o horário de fornecimento de ração. Os alimentadores foram confeccionados em material impermeável (fibra de vidro), apresentavam reservatório cônico, capacidade para sete quilos de ração, saída em forma de funil, duas pás para dispersão da ração e motor elétrico para promover o movimento de rotação para liberação da ração (Figura 1).



Figura 1 – Baias de recria com alimentador automático de ração (a); detalhe do alimentador automático de ração (b)

Foram utilizadas rãs-touro (*Lithobates catesbeianus*) com $70,59 \pm 1,05$ g de peso médio inicial, distribuídas em baias inundadas na densidade de 60 rãs/m² em delineamento inteiramente casualizado com três frequências (6; 24 e 46 refeições/dia) e quatro repetições, com taxa de alimentação de 3,5% do peso vivo.

Os animais foram alimentados diariamente, das 12 às 18 horas, com ração comercial contendo, de acordo com o fabricante, 40% de proteína bruta, sendo a quantidade baseada no peso total do lote e ajustada a cada biometria. A composição centesimal determinada e os níveis de garantia da ração estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Composição centesimal determinada e níveis de garantia da ração

Nutrientes (%)	Níveis de garantia (%)	Composição centesimal (%)
Matéria seca (máx)	87	90
Proteína bruta (min)	40	39
Extrato etéreo (min)	10	10
Fibra bruta (máx)	4,5	-
Cálcio (máx)	2,5	0,2
Fósforo (min)	1,0	0,3
Matéria mineral (máx)	13	12

A cada 20 dias, 100 rãs de cada unidade experimental foram amostradas ao acaso, representando aproximadamente 8,3% do total de animais em cada baia. As rãs amostradas foram pesadas individualmente em uma balança digital de precisão de 0,1 g.

O desempenho das rãs foi avaliado por meio dos seguintes índices zootécnicos: crescimento, com base no peso médio aos 20, 40 e 60 dias de experimento, ganho de peso total (GPT), ganho de peso diário (GPD), ganho de peso (GP), conversão alimentar aparente (CAA) e sobrevivência (SBR). Para o cálculo da CAA não foram descontadas as sobras de ração na baia, pois a ração foi fornecida diretamente na água, impossibilitando o controle das sobras.

Ao final do experimento, foi feita coleta de fezes de uma amostra de cinco rãs de cada unidade experimental para análise da digestibilidade aparente da proteína bruta (PB) e disponibilidade aparente de cálcio (Ca) e fósforo (P), utilizando a sílica (SiO₂), presente naturalmente nas rações, como marcador interno. As fezes foram coletadas diretamente da cloaca, com auxílio de pipeta plástica, realizando massagens na região abdominal (Figura 2).



Figura 2. Coleta de fezes com pipeta plástica

As determinações de digestibilidade foram feitas no laboratório de Química Analítica do Departamento de Química e Bioquímica do Instituto de Biociências da UNESP, Campus de Botucatu.

As amostras de ração fornecidas durante o período experimental e as fezes coletadas ao final do experimento foram acondicionadas em frascos e estocadas 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 . Em seguida, 100 mg das amostras e alíquota de 10 mL de água ultra pura foram transferidas para frascos de teflon de 50 mL. A mistura sólido-líquido foi então submetida à agitação por ultra-som para extração da fração mineral. Utilizando este procedimento foram realizados cinco ciclos de 20 segundos a 136 W de potência de ultra-som para extração da fração mineral. Os extratos obtidos foram separados da fase sólida remanescente por centrifugação à 5°C e filtração.

A determinação do silício (Si) nesses extratos foi feita por espectrofotometria, utilizando o método do anidrido silicomolibdico (WILLIANS, 1979). O Ca foi determinado por espectrometria de absorção atômica por chama utilizando-se soluções padrão Titrisol MERCK no preparo da curva analítica. As condições operacionais adotadas foram as descritas no manual do fabricante do equipamento (Cookbook Shimadzu AA-6800, 2000). As determinações de P foram feitas por espectrofotometria utilizando-se o método do ácido vanadomolibdicofosfórico (WILLIANS, 1979). As

condições operacionais utilizadas na determinação do Si e do P foram as descritas no manual do fabricante do equipamento Thermo Spectronic, modelo Genesis 6.

Para determinação da PB foi utilizado o método de Kjeldahl, no qual as amostras foram submetidas à digestão sulfúrica e posterior destilação em meio alcalino dos íons amônio gerados. Foi utilizado o fator de conversão de 6,25 (AOAC, 2000).

Com base na determinação do Si, que posteriormente foi transformado em porcentagem de SiO₂, foi calculado o coeficiente de digestibilidade aparente da PB (CDA_{PB}), e os coeficientes de disponibilidade aparente de Ca (CDA_{Ca}) e P (CDA_P) da ração, utilizando-se a seguinte equação (SHAHAT, 1993):

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

onde:

CDAn = Coeficiente de digestibilidade ou disponibilidade aparente do nutriente;

% SiO_{2r} = Porcentagem de sílica na ração;

% SiO_{2f} = Porcentagem de sílica nas fezes;

% N_r = Porcentagem do nutriente na ração;

% N_f = Porcentagem do nutriente nas fezes.

Os resultados de desempenho e os valores dos coeficientes de digestibilidade aparente da PB, e disponibilidade aparente de Ca e P foram submetidos à análise de variância utilizado o Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas - SAEG (EUCLYDES, 2005), e a comparação entre as médias feito pelo teste de Duncan ($p < 0,05$). Para os dados de desempenho utilizou-se o peso inicial como uma co-variável, pois deve-se considerar que experimentos conduzidos em situações práticas nem sempre é possível obtenção de lotes homogêneos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios das temperaturas de máxima e mínima da água monitoradas durante o período experimental estão representados na Tabela 2. As médias de temperatura máxima e mínima da água foram, respectivamente, 27,2 e 20,5°C, ao passo que a média geral da temperatura da água foi de 23,8°C.

Tabela 2 – Valores médios, em graus centígrados, de temperatura máxima (T_{máx}), mínima (T_{min}) e média (T_m) da água, monitorados durante 60 dias

Dias	Água		
	T _m (°C)	T _{máx} (°C)	T _{min} (°C)
24/03 a 07/04/09	25,8	27,5	24,0
08/04 a 22/04/09	24,3	27,4	21,2
23/04 a 07/05/09	23,7	28,4	19,0
08/05 a 22/05/09	21,6	25,5	17,7
Médias do período	23,8	27,2	20,5

As médias de temperaturas da água, na maior parte do período experimental, encontram-se dentro da faixa adequada para produção de rãs na fase de recria. Estudos feitos por Braga & Lima (2001) mostraram que temperaturas do ambiente entre 25,1 e 30,4°C aumentam o consumo de alimento, proporcionando maior ganho de peso. Figueiredo et al. (2001) observaram bom desempenho de rã-touro criadas em gaiolas dentro de estufas. De acordo com os autores os maiores ganhos de peso foram obtidos com temperaturas entre 27,6 e 29,7°C, e o melhor crescimento com temperaturas entre 28,2 e 30,1°C. Durante os últimos 20 dias do experimento, que correspondeu ao mês que antecedeu o início do inverno, foi observado substancial queda na temperatura da água, com médias de temperatura mínima de 19 e 17,7°C. De acordo com Braga & Lima (2001) e Teodoro et al. (2005), em baixas temperaturas a rã-touro diminui o consumo de ração.

A temperatura da água é considerada de extrema importância na criação de rãs em sistema inundado, pois estas permanecem na água durante todo o tempo, não tendo como realizar termorregulação, que ocorre pela evaporação da água do corpo quando as rãs vão para fora da água; assim, nesse sistema, as rãs mantêm a temperatura do corpo

de acordo com a temperatura da água. De acordo com Figueiredo (1996), a temperatura afeta o ganho de peso, crescimento, consumo de alimento e a conversão alimentar.

Os pesos médios e a conversão alimentar aparente das rãs submetidas a diferentes frequências de alimentação aos 20, 40 e 60 dias de experimento estão representados na Tabela 3. As diferentes frequências de alimentação influenciaram no crescimento das rãs. O melhor crescimento ($P < 0,05$) foi observado com a maior frequência de alimentação (46 refeições/dia) aos 20, 40 e 60 dias de experimento. Não houve diferença entre as frequências de 24 e 6 refeições/dia, aos 60 dias de experimento, provavelmente devido a queda na temperatura observada no último período experimental, que pode ter diminuído o consumo de ração, desacelerando o crescimento e diminuindo os efeitos de tratamento. Em baixas temperaturas as rãs diminuem muito o consumo de alimento. Braga & Lima (2001) verificaram baixo consumo de alimento quando as rãs foram mantidas em temperatura de 20,2°C, e atribuíram esse baixo consumo às mudanças de comportamento termorregulatório dos animais, que permaneceram mais tempo sob os abrigos, diminuindo assim a frequência com que se alimentavam. Não houve diferença ($P > 0,05$) entre os tratamentos para os valores de conversão alimentar aparente (CAA) aos 20, 40 e 60 dias de experimento.

Tabela 3 – Pesos médios (PM) e conversão alimentar aparente (CAA) de rã-touro em baias inundadas sobre diferentes frequências de alimentação durante o período experimental

Frequências de alimentação (refeições/dia)	1ª Biometria (0 – 20 dias)		2ª Biometria (0 – 40 dias)		3ª Biometria (0 – 60 dias)	
	PM (g)	CAA	PM (g)	CAA	PM (g)	CAA
46	117,8 a	0,69	140,7 a	1,04	153,2 a	1,20
24	110,8 b	0,75	128,2 b	1,56	135,5 b	1,88
6	101,1 c	1,13	119,9 c	2,19	131,3 b	2,31
Média	109,95	0,86	129,60	1,60	140,00	1,80
CV (%)	34,51	32,39	26,92	33,36	25,58	29,61

*Médias seguidas de letras distintas nas colunas diferem entre si pelo teste de Duncan ($p > 0,05$)

*CV = coeficiente de variação

Apesar de estatisticamente não haver diferença entre tratamentos para os valores de CAA, para um produtor comercial de rãs essa diferença é considerável, pois quando se eleva a frequência de alimentação de 6 refeições/dia, que é próximo ao utilizado nos

ranários comerciais (3 ou 4 refeições/dia), para 46 refeições/dia há uma grande economia de ração no sistema de produção. Na ranicultura, assim como em outras criações, a ração é o que mais onera o custo de produção, portanto melhorar a conversão alimentar significa ganhos econômicos para o produtor, além de contribuir para minimizar os impactos ao ambiente aquático.

Ressalta-se que a conversão alimentar obtida no tratamento com menor frequência (6 refeições/dia) foi de 2,31 e no tratamento com maior frequência (46 refeições/dia) foi de 1,20, o que pode resultar em uma economia de 1.110 kg de ração para cada tonelada de rã produzida, aumentando a viabilidade econômica da ranicultura.

Os índices zootécnicos obtidos durante o experimento estão representados na Tabela 4. As diferentes frequências de alimentação não influenciaram ($P>0,05$) nos valores de ganho de peso (GP), ganho de peso diário (GPD), ganho de peso total (GPT) e sobrevivência (SOBR).

Tabela 4 – Valores médios de ganho de peso (GP), ganho de peso diário (GPD), ganho de peso total (GPT) e sobrevivência (SOBR) de rã-touro em baias inundadas sobre diferentes frequências de alimentação durante o período experimental

Frequências de alimentação (refeições/dia)	GP (g)	GPD (g)	GPT (kg)	SOBR (%)
46	75,1	1,7	78,8	90,89
24	65,3	1,2	69,5	90,75
6	60,8	1,1	65,4	89,42
CV (%)	13,03	32,87	13,99	4,83

*CV = coeficiente de variação

O tratamento com maior frequência de alimentação (46 refeições/dia) proporcionou melhor crescimento durante todo o período experimental. Esses resultados estão de acordo com Zhou et al. (2003), que estudaram as frequências de 2, 3, 4, 12 e 24 refeições/dia na alimentação de carpas (*Carassius auratus gibelio*). Os autores observaram que os animais alimentados com 12 e 24 refeições/dia apresentaram maior crescimento, e atribuíram esse resultado a melhora na eficiência alimentar proporcionada pelo aumento da frequência de alimentação.

Diversos autores observaram melhora no desempenho produtivo quando aumentaram o número de refeições, com maior ganho de peso e melhores taxas de

crescimento na alimentação de diferentes espécies de peixes como *Rhamdia quelen* (LAZZARI et al., 2004; CANTON et al., 2007), *Ictalurus punctatus* (MURAI & ANDREWS, 1976), *Psetta máxima linnaeus* (TURKER, 2006), *Takifugu rubripes* (KIKUCHI & IWATA, 2006), *Salmo trutta labrax* (BAŞÇINAR et al., 2007), *Plecoglossus altivelis* (CHO et al., 2003), entre outros.

Os valores médios de CAA foram melhores, numericamente, nas maiores frequências de alimentação (24 e 46 refeições/dia). Resultados semelhantes foram encontrados por Sousa (2007), que trabalhou com alimentadores automáticos na alimentação de tilápias. O autor ressaltou que a conversão alimentar do tratamento com menor frequência de alimentação (6 vezes/dia) foi de 1,40 e no tratamento de maior frequência alimentar (24 vezes/dia) foi de 1,04, o que pode resultar em economia de ração, aumentando a viabilidade econômica da produção, além de diminuir a quantidade de matéria orgânica lançada no ambiente aquático.

Oliveira (2007) testou as taxas de alimentação de 2%, 3% e 4% do peso vivo em alta frequência alimentar (48 vezes/dia) na alimentação de tilápias e observou maior uniformidade do lote, maior ganho de peso e menor tempo de cultivo nos animais alimentados com a maior taxa de alimentação. De acordo com o autor, esses resultados sugerem que a alta frequência alimentar melhora o aproveitamento da ração, possibilitando o aumento da taxa de alimentação sem que haja desperdícios. Wang et al. (1998) também observaram melhor desempenho e maior uniformidade quando os animais foram alimentados em maiores frequências. Segundo os autores esses resultados sugerem que a aparente saciedade obtida quando a alimentação não é frequente, não significa que todos os animais estejam saciados, e que a alimentação mais frequente pode aumentar as oportunidades para que todos se alimentem, diminuindo as relações de dominância entre os indivíduos.

Neste experimento o uso de alimentadores automáticos se mostrou eficiente para a alimentação de rã-touro em altas frequências. Esse resultado concorda com Oliveira et al. (2009), que testaram o alimentador automático na alimentação de rãs e constataram que a ração quando fornecida em pequenos intervalos (a cada 30 minutos), tanto na água como no cocho, oferece estímulo suficiente para que as rãs capturem o alimento. Segundo os autores, os melhores resultados foram obtidos no tratamento onde o alimentador liberava a ração dentro da água, pois esta se movimentava o tempo todo.

Na produção de peixes, o uso da alimentação automática garante maior regularidade na produção, pode melhorar o desempenho e a eficiência alimentar além de contribuir para minimizar o risco de poluição e introdução de patógenos na água (BERGOT & KESTEMONT, 1995; AZZAYDI et al., 1999; NOVATO, 2000; OLIVEIRA, 2007; SOUSA, 2007).

O baixo desempenho obtido na menor frequência de alimentação (6 refeições/dia) pode ser atribuído ao desperdício, pois a quantidade de ração oferecida em cada refeição foi maior, não havendo tempo para as rãs consumirem o total oferecido antes que afundasse. Além disso, a eficiência de utilização dos alimentos pode ter sido baixa, pois a ração quando permanece por muito tempo na água pode perder nutrientes por lixiviação e contaminar-se com fezes e restos de ração fermentada presentes na água das baias, além de alterar sua palatabilidade.

A fermentação das sobras de ração pode comprometer a qualidade da água com níveis elevados de amônia além de favorecer o crescimento de bactérias patogênicas. Níveis elevados de amônia podem induzir toxicidade crônica e levar à diminuição do crescimento e da tolerância às doenças (KUBITZA, 1999). De acordo com Pereira & Mercante (2005), a principal fonte de compostos nitrogenados incorporados à água de cultivo é a alimentação, sendo recomendado, portanto, o controle da quantidade e da qualidade do alimento fornecido aos organismos aquáticos, bem como o controle adequado do fluxo da água, para evitar o acúmulo de matéria orgânica nos sistemas de criação.

As diferentes frequências de alimentação não influenciaram na digestibilidade da ração fornecida para a rã-touro. Não houve diferença entre os tratamentos ($P > 0,05$) sobre os valores dos CDA_{PB} , CDA_{Ca} e CDA_P (Tabela 5).

Tabela 5 - Coeficientes de digestibilidade aparente da proteína bruta (CDA_{PB}) e coeficientes de disponibilidade aparente do cálcio (CDA_{Ca}) e fósforo (CDA_P) da ração fornecida para rã-touro em diferentes frequências de alimentação

Frequências de alimentação (refeições/dia)	CDA _{PB}	CDA _{Ca}	CDA _P
46	67,58	39,91	33,05
24	64,19	38,86	37,76
6	70,78	48,46	40,70
Média	67,52	42,74	37,17
CV (%)	9,13	36,37	33,83

*CV = coeficiente de variação

A coleta de fezes para análise de digestibilidade foi feita somente no final do experimento, aos 60 dias, quando, provavelmente, a queda de temperatura afetou o consumo de ração e interferiu nos processos digestivos, não sendo detectados os efeitos das diferentes frequências de alimentação sobre a digestibilidade. Resultados semelhantes foram obtidos em estudos realizados com peixes. Diversos autores não encontraram efeito da frequência de alimentação sobre a digestibilidade aparente em estudos feitos com truta arco-íris, *Oncorhynchus mykiss*, (TIRIL & ALAGİL, 2009); air-breathing, *Heteropneustes fossilis* (MARIAN et al., 1981); e salmão, *Salmo solar* (SVEIER & LIED, 1998). Entretanto, Charles et al. (1984) em estudo feito com carpa, *Cyprinus carpio*, observaram que frequências alimentares maiores proporcionaram menor digestibilidade. Diferentes resultados foram encontrados por Zhou et al. (2003) que observaram que a digestibilidade aparente da proteína e energia, em juvenis de carpa (*Carassius auratus gibelio*), aumentaram significativamente com o aumento da frequência de alimentação, e atribuíram esse resultado a diminuição de alimento ingerido por refeição.

De acordo com Brattstrom (1979) apud Figueiredo (1996), o processo de termorregulação por aquecimento do corpo ao sol, utilizado pelos anfíbios, é um comportamento que promove aceleração dos processos digestivos. Portanto, nesse experimento, pode ter ocorrido diminuição desses processos afetando os resultados de digestibilidade, pois os animais encontravam-se o tempo todo na água não tendo como fazer termorregulação, mantendo sua temperatura de acordo com a da água; e como foi

observado no ultimo período do experimento a temperatura da água encontrava-se muito baixa com média de mínima de 17,7°C.

A temperatura da água é o principal fator a influenciar os processos metabólicos dos animais pecilotérmicos (BRAGA & LIMA, 2001). A eficiência de digestão nesses animais é afetada pela temperatura em diversos processos como consumo de alimento, nível de secreção de sucos digestivos, atividade enzimática, motilidade do trato gastrintestinal e taxa de absorção intestinal. A secreção gástrica aumenta em temperaturas mais altas, com consequente aumento dos processos digestivos (EDWARDS, 1971; KAPOOR et al., 1975; apud BRAGA & LIMA, 2001).

Recomenda-se, portanto o desenvolvimento de novas pesquisas com digestibilidade em rã-touro em épocas distintas do ano, como inverno e verão, de forma a avaliar com mais exatidão os efeitos das diferentes frequências de alimentação sobre a digestibilidade, aliando os resultados com as temperaturas obtidas nessas épocas, pois de acordo com Lima & Agostinho (1988) e Figueiredo (1996) a temperatura tem forte influência sobre o metabolismo desta espécie.

Estudos sobre nutrição mineral em anfíbios são escassos na literatura. Geralmente os estudos sobre nutrição de rã-touro avaliam as exigências de energia e proteína nas diferentes fases da criação (BARBALHO, 1991; ALBINATI, 1995; CASALI, 2003; SECCO, 2005; RODRIGUES et al., 2004; BARBOSA et al., 2005; RODRIGUES et al., 2007; CASTRO et al., 2008) e poucos trabalhos são direcionados para as exigências de minerais para essa espécie. Guimarães (1992) avaliou diferentes níveis de cálcio na alimentação de girinos de rã-touro, entretanto neste trabalho não foi avaliado a disponibilidade deste mineral.

Melhorar a disponibilidade aparente dos minerais nos alimentos fornecidos para rã-touro é importante, pois reduz o descarte destes no ambiente, principalmente de P, que é considerado o principal nutriente que contribui na eutrofização dos ambientes aquáticos (BOCK et al., 2006). As diferentes frequências de alimentação não interferiram na disponibilidade aparente do Ca e do P. Os valores dos CDA_{Ca} e CDA_P obtidos nesse experimento podem ser considerados baixos, apresentando valores médios de 42,74 e 37,17%, respectivamente. Os baixos valores de CDA_P obtidos nesse experimento provavelmente são devido à menor disponibilidade deste mineral na ração. De acordo com Bock et al. (2006), os ingredientes mais utilizados nas rações contêm

considerável concentração de fósforo. Entretanto, este mineral está presente nos vegetais na forma de fitato, indisponível aos animais monogástricos.

Com o intuito de aumentar a digestibilidade da proteína e a disponibilidade dos minerais, diminuindo a descarga de nutrientes para o meio aquático, vários pesquisadores utilizaram a enzima fitase nas rações (FURUYA et al., 2001b, 2005; BOCK et al., 2006). Outra forma de diminuir o impacto da emissão de P e de outros nutrientes no ambiente é a utilização de adequado manejo alimentar nos sistemas de produção. O aumento da frequência de alimentação não interferiu no CDA_{PB} , CDA_{Ca} e CDA_P da ração fornecida para a rã-touro. Entretanto, foi observado neste experimento que aumentar a frequência de alimentação proporciona melhores valores, numericamente, de CAA, o que reflete em melhor aproveitamento do alimento, com consequente diminuição dos resíduos orgânicos e inorgânicos lançados nos efluentes.

O método de coleta de fezes utilizado nesse experimento, que foi por meio da retirada das fezes diretamente da cloaca, massageando-se a região abdominal, se mostrou eficiente para determinação da digestibilidade aparente da proteína em rã-touro. O resultado médio de CDA_{PB} da ração obtido foi de 67,52%. Resultados semelhantes foram encontrados por Mouriño & Stéfani (2006) ao testarem diferentes métodos de coleta de fezes para determinação da digestibilidade protéica de uma ração comercial para a rã-touro com 40% de PB. Os autores testaram os métodos de coleta total e parcial das fezes usando indicador; dissecação intestinal e o método por decantação de fezes com indicador, utilizando aquários para ensaios de nutrição com peixes. Os resultados dos CDA_{PB} da ração obtidos nos diferentes métodos de coleta foram: 62,1%, 65,0%, 61,3% e 70,3%, respectivamente.

Os métodos de coleta de fezes em rã-touro avaliados por Mouriño & Stéfani (2006) apresentaram possíveis perdas por lixiviação dos nutrientes ou contaminações, mas foram considerados adequados para ensaios de digestibilidade com rãs. O método de coleta de fezes por decantação em aquários apresentou maiores valores de digestibilidade, provavelmente devido à menor contaminação do material fecal ou por perdas dos nutrientes por lixiviação. Os métodos de coleta total de fezes e coleta parcial com indicador também podem ter sido subestimados devido à contaminação das fezes por muco, pele dos animais e até mesmo por partículas de alimentos regurgitados. Com o método de dissecação intestinal os resultados podem ter sido subestimados, pois ao

retirar as fezes, espremendo-se as partes do trato digestório, pode ter havido contaminação com urina e mucosa do intestino. Pezzato et al. (2002) também observaram que o método da dissecação intestinal subestima a digestibilidade do material colhido.

No presente estudo, o método de coleta de fezes utilizado se assemelha ao método de extrusão manual, utilizado para coleta de fezes em peixes, em que os animais são submetidos a massagens na região abdominal, das nadadeiras ventrais em direção ao ânus, para a coleta das fezes. De acordo com Sullivan & Reigh (1995), o método de coleta de fezes por extrusão manual pode ser considerado mais preciso que os demais métodos utilizados para ensaios de digestibilidade em peixes, pois com este método evita-se o contato das fezes com a água. Abimorad & Carneiro (2004) ao testarem diferentes métodos de coleta de fezes para o pacu (*Piaractus mesopotamicus*) observaram que o desvio-padrão das médias de digestibilidade foi menor quando foi utilizada extrusão manual.

O método de coleta de fezes direto da cloaca das rãs minimiza o problema de perdas de nutrientes, por não haver o contato das fezes com a água, reduz as contaminações por mucosa do intestino, por não se espremer o trato digestório como no método de dissecação. Neste método é feito apenas leves massagens na região abdominal para obtenção das fezes e não há necessidade de sacrificar os animais. De acordo com Reeder (1964), o intestino grosso em anfíbios é bem diferenciado do intestino delgado, apresentando uma válvula na transição dessas duas seções que previne o movimento retrógrado dos conteúdos do intestino. Portanto, quando se retira as fezes direto da cloaca, com auxílio de uma pipeta, retira-se apenas a porção das fezes do intestino grosso, minimizando as possíveis contaminações por material parcialmente digerido presente no intestino delgado.

A utilização da sílica (SiO_2) como marcador interno para determinação da digestibilidade, proporcionou resultados semelhantes ao método clássico que utiliza o óxido de cromo III (Cr_2O_3) como marcador externo nas rações. Os resultados de CDA_{PB} foram similares aos encontrados por Mouriño & Stéfani (2006) que utilizaram o Cr_2O_3 como marcador externo na ração. O método utilizado para determinação dos minerais, por extração ultra-sônica, também se mostrou eficiente, pois permitiu calcular os coeficientes de digestibilidade aparente do Ca e P na ração fornecida para a rã-touro,

além de reduzir consideravelmente o tempo das determinações analíticas, pois esse método não exige a mineralização das amostras, além de não gerar resíduos tóxicos (SILVA et al., 2006; SALEH et al., 2007; SILVA et al., 2007; MORAES et al., 2009; NEVES, 2009).

CONCLUSÃO

A utilização de altas frequências alimentares promove melhor crescimento da rã-touro em baias inundadas. As diferentes frequências de alimentação não influenciaram na digestibilidade da ração fornecida para a rã-touro.

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, C.A.; LIMA, S.L.; FORTES, J.V. et al. Dispensador automático de ração. Patente de Invenção nº 0403612-3, INPI (Instituto Nacional da Propriedade Industrial), 2004.
- ALBINATI, R.C.B. **Estudos biométricos e nutricionais com girinos de rã-touro**. 1995. 103f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1995.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY – AOAC. **Official methods of analysis**. 17 ed. AOAC International Ed, Maryland: AOAC International, 2000. 2200p.
- AZZAYDI, M.; MARTINES, F.J.; ZAMORA, S. et al. Effect of meal size modulation on growth performance and feeding rhythms in European sea bass (*Dicentrarchus labrax*, L.). **Aquaculture**, v. 170, p. 253-266, 1999.
- BARBALHO, O.J.M. **Exigência de proteína bruta de rã-touro (*Rana catesbeiana* Shaw, 1802) na fase de terminação**. 1991. 55f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1991.
- BARBOSA, J.M.; SILVEIRA, A.M.; GOMIDE, C.A. Crescimento heterogêneo de girinos de rã-touro alimentados com diferentes rações. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, n.10, p.1015-1019, 2005.
- BAŞÇINAR, N.; ÇAKMAK, E.; ÇAVIDAR, Y. et al. The effect of feeding frequency on growth performance and feed conversion rate of black sea trout (*Salmo trutta labrax* Pallas, 1811). **Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, v.7, p.13-17, 2007.
- BERGOT, P., KESTEMONT, P. L'alimentation artificielle des larves de carpe. In: BILLARD, R. **Les carpes: biologie et élevage**. Collection Hydrobiologie et Aquaculture. Paris: INRA, 1995, p.164-168.
- BOCK, C.L.; PEZZATO, L.E.; CANTELMO, O.A. et al. Fitase e digestibilidade aparente de nutrientes de rações por tilápias-do-nilo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.6, p.2197-2202, 2006.
- BRAGA, L.G.T.; LIMA, S.L. Influência da temperatura ambiente no desempenho da rã-touro, *Rana catesbeiana* (Shaw, 1802) na fase de recria. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.6, p.1659-1663, 2001.

- CANTON, R.; WEINGARTNER, M.; FRACALOSSO, D. et al. Influência da frequência alimentar no desempenho de juvenis de jundiá. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.4, p.749-753, 2007.
- CASALI, A.P. **Avaliação de rações comerciais na recria de rã-touro (*Rana catesbeiana*, SHAW 1802) em mini baias**. 2003. 87f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal da Paraíba, Paraíba, 2003.
- CASTRO, J.C.; BARBOZA, W.A.; SILVA, K.K.P. et al. Níveis de energia metabolizável para rações de rã-touro. **Boletim do Instituto de Pesca**, v.34, n.4, p.519 - 525, 2008.
- 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.
- CHO, S.; 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, n. 1, p. 85-91, 2003.
- EUCLYDES, R. SAEG: Sistema para análise estatística e genética. Versão 9, Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2005. **Disponível em:** <<http://www.ufv.br/saeg/download.htm>>. Acesso: 26/01/2010.
- FIGUEIREDO, M.R.C. **Influencia de fatores ambientais sobre o desempenho da rã-touro (*Rana catesbeiana* SHAW, 1802) em gaiolas**. 1996. 141f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1996.
- FIGUEIREDO, M.R.C.; LIMA, S.L.; AGOSTINHO, C.A. et al. Estufas climatizadas para experimentos ambientais com rãs, em gaiolas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.4, p.1135-1142, 2001.
- 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, 2001a.
- FURUYA, W.M.; SANTOS, V.G.; BOTARO, D. et al. Níveis de proteína e fitase em rações de terminação para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR**, v.8, n.1, p.11-17, 2005.
- FURUYA, W.M.; GONÇALVES, G.S.; FURUYA, V.R.B. et al. Fitase na alimentação da tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*). Desempenho e digestibilidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.3, p.924-929, 2001b.
- GUIMARÃES, N.D. **Efeito dos níveis de cálcio na dieta sobre o desempenho de girinos de rã-touro (*Rana catesbeiana*)**. 1992. 49f. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1992.

- KIKUCHI, K.; IWATA, N. Effect of feeding frequency, water temperature, and stocking density on the growth of tiger puffer, *Takifugu rubripes*. **Journal of the World Aquaculture Society**, v. 37, n. 1, p. 13-20, 2006.
- KUBITZA, F. **Qualidade da água na produção de peixes**. 3 ed. Jundiaí: Degaspari, 1999, 97p.
- LAZZARI, R.; RADÜNS NETO, J.; LIMA, R.L. et al. Efeito da frequência de arraçamento e da troca do tamanho de partícula alimentar no desenvolvimento de pós-larvas de jundiá (*Rhandia quelen*). **Revista Brasileira de Agrociência**, v.10, n.2, p.231-234, 2004.
- LIMA, S.L.; AGOSTINHO, C.A. **A criação de rãs**. São Paulo: Globo, 1988, 187p.
- MARIAN, M.P.; PONNIAH, A.G.; PITCHHAIRAJ, R. et al. Effect of feeding frequency on surfacing activity and growth in the air-breathing fish, *Heteropneustes fossilis*. **Aquaculture**, v.26, p.237-244, 1981.
- MAZZONI, R. Sistema inundado de cria de ranas. In: ENCONTRO NACIONAL DE RANICULTURA, 9, 1997, Santos. INTERNATIONAL MEETING ON FROG RESEARCH AND TECHNOLOGY, 2, 1997, Santos. **Anais...** Santos: ABETRA – Academia Brasileira de Estudos Técnicos em Ranicultura, 1997, p. 151-160.
- MAZZONI, R.; CARNEVIA, D.; ALTIERI, W. et al. Cría de ranas en “Sistema Inundado”, experiencias en ranarios comerciales. In: ENCONTRO NACIONAL DE RANICULTURA & TECHNOFROG’95, 8; 1995, Viçosa. **Anais...** Viçosa: ABETRA - Academia Brasileira de Estudos Técnicos em Ranicultura e UFV, 1995, p.121-122.
- MELLO, S.C.R.P. Sistema inundado de criação de rãs. Ensaios experimentais. In: CICLO DE PALESTRAS SOBRE RANICULTURA DO INSTITUTO DE PESCA, 1, 2001. **Boletim Técnico do Instituto de Pesca**, v. 31. 2001.
- MORAES, P.M.; LOUREIRO, V.R.; PADILHA, P. Determinação de fósforo bio disponível em rações de peixes utilizando extração assistida por ultra-som e espectrofotometria no visível. **Química Nova**, v.32, n.4, p.923-927, 2009.
- MOURIÑO, J.L.P.; STÉFANI, M.V. Avaliação de métodos de coleta de fezes para determinação da digestibilidade protéica em rã-touro (*Rana catesbeiana*). **Ciência Rural**, v.36, n.3, p.954-958, 2006.
- MURAI, T.; ANDREWS, J.W. Effects of frequency of feeding on growth and food conversion of channel catfish fry. **Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries**, v.42. n.2, p.159-161, 1976.
- NEVES, R.C.F.; MORAES, P.M.; SALEH, M.A.D. et al. FAAS determination of metal nutrients in fish feed after ultrasound extraction. **Food Chemistry**, v.113, n.2, p.679-683, 2009.

- NOVATO, P.F.C. **Comparação entre os sistemas de alimentação de demanda, manual e automático sobre o desempenho da Tilápia Vermelha (*Oreochromis spp*)**. 2000. 87f. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) - Centro de Aquicultura da Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2000.
- OLIVEIRA, F.A. **Taxas e intervalos de alimentação na produção de tilapia em tanque-rede com dispensador automático de ração**. 2007. 81f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2007.
- OLIVEIRA, F.A.; AGOSTINHO, C.A.; SOUSA, R.M.R. et al. Manejo alimentar com dispensador automático na recria de rã-touro. **Archivos de Zootecnia**, v.58 (supl.1), p.589-592, 2009.
- PEREIRA, L.P.F.; MERCANTE, C.T.J. A amônia nos sistemas de criação de peixes e seus efeitos sobre a qualidade da água, uma revisão. **Boletim do Instituto de Pesca**, v.31, n.1, p.81-88, 2005.
- PEZZATO, L.E.; MIRANDA, E.C.; PINTO, L.G.Q. Avaliação de dois métodos de determinação do coeficiente de digestibilidade aparente com a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.). **Acta Scientiarum**, v.24, n.4, p.965-971, 2002.
- REEDER, W.G. The digestive system. In: MOORE, J.A. (Ed). **Physiology of the amphibia**. Academic Press: New York, v. 1, p.99-149, 1964.
- RODRIGUES, M.L.; LIMA, S.L.; MOURA, O.M. et al. Efeito dos níveis de proteína e relação energia/proteína sobre o desempenho da rã-touro. **Archivos de Zootecnia**, v.56, n.216, p. 939-942, 2007.
- RODRIGUES, M.L.; MOURA, O.M.; LIMA, S.L. Determinação da energia metabolizável de alguns alimentos para rã-touro (*Rana catesbeiana*). **Boletim do Instituto de Pesca**, v.30, n.2, p.147-154, 2004.
- SALEH, M.A.D.; NEVES, R.C.F.; SILVA, F.A. et al. Determinação da biodisponibilidade de zinco em rações de peixes utilizando SiO₂ como marcador interno. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECCIA, 44; 2007, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal. CD-ROM. Aquicultura.
- SECCO, E.M.; STÉFANI, M.V.; VIDOTTI, R.M. Apparent digestibility of different ingredients in diets for bullfrog *Rana Catesbeiana* tadpoles. **Journal of the World Aquaculture Society**, v.36, n.1, p.135-140, 2005.
- SHAHAT, T.M. Digestibility determination in catfish fingerling using internal and external markers. **Veterinary Medical Journal Gisa**, v.41, n.3, p.83-91, 1993.
- SILVA, F. A.; NEVES, R.C.F.; QUINTERO-PINTO, L.G. et al. Determination of selenium by GFAAS in slurries of fish feces to estimate the bioavailability of this micronutrient in feed used in pisciculture. **Chemosphere**, v.68, p.1542-1547, 2007.

- SILVA, F.R.; PADILHA, C.C.F.; PEZZATO, L.E. et al. Determination of chromium by GFAAS in slurries of fish feces to estimate the apparent digestibility of nutrients in feed used in pisciculture. **Talanta**, v.69, p.1025-1030, 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 em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2007.
- 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.
- SVEIER, H.; LIED, E. The effects of feeding regime on growth, feed utilization and weight dispersion in large Atlantic salmon (*Salmo salar*) reared in seawater. **Aquaculture**, v.165, p.333-345, 1998.
- TEODORO, S.M.; CHAVES, M.A.; ESCOBEDO, J.F. et al. Relação de variáveis ambientais em baías cobertas com polietileno e desempenho da rã-touro (*Rana catesbeiana*). **Engenharia Agrícola**, v.25, n.1, p.46-56, 2005.
- TIRIL, U.; 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.
- TURKER, A. Effects of feeding frequency on growth, feed consumption, and body composition in juvenile turbot (*Psetta máxima linnaeus*, 1758) at low temperature. **Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences**, v.30, p.251-256, 2006.
- 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.
- WILLIAMS, W.J. **Handbook of anion determination**. London: Butterworths, 1979, 630p.
- ZHOU, Z.; XIE, C.S.; ZHU, X. 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.

CAPÍTULO III

**INFLUÊNCIA DA TAXA DE ALIMENTAÇÃO NO DESEMPENHO
PRODUTIVO E NA DIGESTIBILIDADE PARA RÃ-TOURO EM BAIAS
INUNDADAS**

Influência da taxa de alimentação no desempenho produtivo e na digestibilidade para rã-touro em baías inundadas

RESUMO: O objetivo deste experimento foi determinar a taxa de alimentação que promove melhor desempenho para rã-touro (*Lithobates catesbeianus*) e determinar os coeficientes de disponibilidade de cálcio e fósforo e o coeficiente de digestibilidade da proteína da ração. Foram utilizadas rãs com peso médio de $31,91 \pm 0,97$ g, distribuídas em 12 baías de recria de sistema inundado, em delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições. A ração foi fornecida por meio de alimentadores automáticos em diferentes taxas de alimentação (3, 4 e 5 % do peso vivo), em 24 refeições diárias. Foi utilizada a sílica (SiO_2), como marcador interno, para determinação da digestibilidade da proteína e disponibilidade de cálcio e fósforo. O melhor crescimento foi observado com a maior taxa de alimentação aos 20 e 40 dias de experimento, com rãs de 31,9 a 60,4 g e de 60,4 a 87,6 g, respectivamente, e aos 60 dias, com rãs de 87,6 a 100 g, não houve diferença entre tratamentos. As taxas de alimentação de 3, 4 e 5% do peso vivo proporcionaram, ao final do experimento, valores de conversão alimentar aparente de 1,08; 1,56 e 1,52, respectivamente. O coeficiente de digestibilidade da proteína e os coeficientes de disponibilidade do cálcio e fósforo não diferiram para as diferentes taxas de alimentação, apresentando valores médios de 63,83; 47,48 e 27,49%, respectivamente. A taxa de alimentação de 5% do peso vivo correspondeu ao melhor crescimento para rã-touro de 31,9 a 87,6 g.

Palavras-chave: alimentação automática, crescimento, *Lithobates catesbeianus*, manejo alimentar, sistema inundado

**Influence of feeding rates in the productive performance and digestibility for
bullfrogs in flooded stalls.**

ABSTRACT: The aim of this research was to determine the feeding rate that promotes better performance for the bullfrogs (*Lithobates catesbeianus*) and to determine the availability coefficients of calcium and phosphorous and the digestibility coefficient of protein contained in diet. Bullfrogs were used with mean weigh of $31.91 \pm 0.97\text{g}$, distributed in 12 stalls of flooded system, in a randomized completely design, with four repetitions. The diet was supplied through automatic feeders in different feeding rates (3, 4 and 5% of body weight), in 24 daily meals. It was used the silica (SiO_2) as internal marker for determination of protein digestibility contained in diet and calcium and phosphorous availability. The best growth was obtained using the largest feeding rate during 20 and 40 days, with frogs from 31.9 to 60.4 g and 60.4 to 87.6 g, respectively, and at the 60 days, with frogs from 87.6 to 100 g, there is not difference between the treatments. The rates of 3, 4 and 5% of body weight provided, at the end of the experiment, values of apparent feed conversion ranged from 1.08; 1.56 and 1.52, respectively. The digestibility coefficient of protein and availability coefficients of calcium and phosphorous didn't differ for the different feeding rates, with mean values of 63.83; 47.48 and 27.49%, respectively. The feeding rate of 5% of body weight corresponded to the best growth for bullfrog from 31.9 to 87.6 g.

Key Words: automatic feed, growth, *Lithobates catesbeianus*, feed management, flooded system

INTRODUÇÃO

A temperatura é um dos principais fatores ambientais que influenciam na taxa diária de alimentação de organismos aquáticos. De acordo com Lima e Agostinho (1988), a temperatura influencia nas atividades metabólicas das rãs, e a uma temperatura média de 25°C a quantidade de ração a ser fornecida é de 3 a 5% do peso vivo e quando a temperatura oscila entre 18 e 25°C esta taxa diminui para 2 a 3% do peso vivo. Além de variar de acordo com a temperatura, a taxa diária de alimentação varia conforme a idade e peso médio dos animais. Segundo Lima et al. (2003), a taxa de alimentação pode variar de 5,2% do peso vivo para rãs jovens (8 a 19 g) a 1,2% do peso vivo para rãs próximo ao tamanho de abate (210 a 230 g).

Em sistemas inundados de criação de rãs a quantidade diária de ração é fracionada em poucas refeições, portanto, uma grande quantidade de ração é fornecida na superfície da água a cada refeição, e o movimento das rãs sobre a ração torna boa parte desta inacessível. Se o alimento for fornecido em excesso, além do aumento dos custos com a alimentação, o desempenho e a conversão alimentar serão prejudicados e o ambiente poluído (LIMA & AGOSTINHO, 1988; BARBOSA et al. 2005a).

Estudos demonstram que é possível aumentar a taxa de alimentação, sem desperdício de ração, utilizando altas frequências alimentares, obtendo assim, bons resultados de ganho de peso, conversão alimentar e uniformidade (OLIVEIRA, 2007; SOUSA, 2007).

Nos ranários comerciais é utilizado, para alimentação das rãs, ração comercial para peixes carnívoros, com alto teor protéico e elevado custo, pois não se conhece as exigências nutricionais das rãs, e pelo fato da rã também ser um animal carnívoro (LIMA e AGOSTINHO, 1984). Por não haver uma dieta específica pra rãs é importante conhecer a digestibilidade das rações comerciais que são fornecidas, de forma a evitar erros no manejo nutricional que comprometam o desempenho e o custo de produção da rã-touro.

A determinação da digestibilidade tem sido importante para avaliar a qualidade de uma dieta ou ingrediente, indicando o seu valor nutricional (FURUYA et al. 2001a), e pode ser utilizada como ferramenta para avaliar a eficiência do manejo alimentar.

Estudos na nutrição de peixes revelam que a taxa de alimentação tem efeito sobre a digestibilidade. Henken et al. (1985) observaram relação negativa entre a digestibilidade aparente e aumento das taxas de alimentação para o bagre africano (*Clarias gariepinus*).

A taxa de alimentação também pode influenciar na digestibilidade dos minerais. Segundo Barbosa et al. (2005b), taxas de alimentação muito altas aumentam a velocidade de passagem do alimento no trato digestivo, reduzindo a sua digestão e assimilação. Os minerais são responsáveis pela formação óssea, manutenção dos sistemas coloidais, regulação do equilíbrio ácido-básico e são componentes de enzimas envolvidas nos processos metabólicos (WATANABE et al., 1997). Além disso, o fósforo quando não é absorvido, permanece na água de cultivo e contribui para a eutrofização do meio aquático.

O objetivo do presente trabalho foi determinar a taxa de alimentação que promove melhor desempenho produtivo para rã-touro, e determinar os coeficientes de disponibilidade de cálcio e fósforo e o coeficiente de digestibilidade da proteína da ração.

MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi conduzido na empresa Ranaville Ranicultura Ltda., localizada na Fazenda Ipê no município de São Roque-SP, durante 60 dias, nos meses de março a maio de 2009.

Foram utilizadas rãs-touro (*Lithobates catesbeianus*) com $31,91 \pm 0,97$ g de peso médio inicial, distribuídas em 12 baias inundadas na densidade de 60 rãs/m² em delineamento inteiramente casualizado com três taxas de alimentação (3, 4 e 5% do peso vivo) e quatro repetições.

As rãs foram alimentadas diariamente com ração comercial contendo 40% de proteína bruta, na frequência de 24 refeições/dia. A quantidade de ração foi baseada no peso total do lote e ajustada a cada biometria. O fornecimento da ração foi realizado das 12:00 às 18:00 por meio de alimentadores automáticos. Os níveis de garantia da ração e a composição centesimal determinada estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Composição centesimal determinada e níveis de garantia da ração

Nutrientes (%)	Níveis de garantia (%)	Composição centesimal (%)
Matéria seca (máx)	87	90
Proteína bruta (min)	40	39
Extrato etéreo (min)	10	10
Fibra bruta (máx)	4,5	-
Cálcio (máx)	2,5	0,2
Fósforo (min)	1,0	0,3
Matéria mineral (máx)	13	12

As rãs foram alojadas em 12 baias de recria de sistema inundado, com lâmina de água de aproximadamente 7 cm do piso, área de 20 m² e com paredes e fundo de alvenaria. As baias estavam localizadas dentro de uma estufa. O manejo de limpeza das baias era realizado pela manhã e cada baia abastecida com aproximadamente 1.400 litros de água proveniente de riacho próximo ao ranário. A temperatura máxima e mínima da água foi monitorada diariamente.

Em cada baia foi instalado um alimentador automático (AGOSTINHO et al., 2004), com motor elétrico que promove o movimento de rotação para liberação da ração. Os alimentadores possuem reservatório cônico, capacidade para sete quilos de ração, saída em forma de funil, duas pás para dispersão da ração e foram confeccionados em material impermeável (fibra de vidro) (Figura 1). Possuem temporizadores individuais, que possibilitam definir previamente a quantidade e o horário de fornecimento de ração.



Figura 1 – Baias de recria com alimentador automático de ração (a); detalhe do alimentador automático de ração (b)

Foram realizadas biometrias, a cada 20 dias, de uma amostra de 100 rãs de cada unidade experimental. As rãs amostradas foram pesadas individualmente em uma balança digital de precisão de 0,1 g.

Os índices zootécnicos estudados foram o crescimento, com base no peso médio aos 20, 40 e 60 dias de experimento, ganho de peso (GP), ganho de peso total (GPT), ganho de peso diário (GPD), conversão alimentar aparente (CAA) e sobrevivência (SBR). Para o cálculo da CAA não foram descontadas as sobras de ração nas baias, pois a ração foi fornecida diretamente na água, impossibilitando o controle das sobras.

Ao final do experimento foi realizada coleta de fezes para determinação da digestibilidade aparente da proteína bruta (PB) e disponibilidade aparente de cálcio (Ca) e fósforo (P). Foram amostradas cinco rãs de cada unidade experimental para coleta das fezes. As fezes foram coletadas diretamente da cloaca, com auxílio de pipeta plástica, realizando massagens na região abdominal (Figura 2); e acondicionadas em frascos e estocadas em freezer.



Figura 2. Coleta de fezes com pipeta plástica

As determinações dos teores de PB, Ca e P das rações e das fezes foram realizadas no laboratório de Química Analítica do Departamento de Química e Bioquímica do Instituto de Biociências da UNESP, Campus de Botucatu. Foi utilizada a sílica (SiO_2), presente naturalmente nas rações, como marcador interno.

As amostras de ração e fezes foram desidratadas em estufa de recirculação forçada de ar por 48 horas e submetidas à moagem. Após este tratamento as amostras

apresentaram granulometria menor que 60 μm . Em seguida, foram transferidos para frascos de teflon de 50 mL aproximadamente 100 mg das amostras 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 realizados cinco ciclos de 20 segundos a 136 W de potência de ultra-som para extração da fração mineral. Os extratos obtidos foram separados da fase sólida remanescente por centrifugação à 5°C e filtração.

As determinações do silício (Si) e do P nesses extratos foram feitas por espectrofotometria, utilizando os métodos do anidrido silicomolibdico e do ácido vanadomolibdico-fosfórico, respectivamente (WILLIAMS, 1979). As condições operacionais utilizadas na determinação do Si e do P foram as descritas no manual do fabricante do equipamento Thermo Spectronic, modelo Genesis 6. O Ca foi determinado por espectrometria de absorção atômica por chama utilizando-se soluções padrão Titrisol MERCK no preparo da curva analítica. As condições operacionais adotadas foram as descritas no manual do fabricante do equipamento (Cookbook Shimadzu AA-6800, 2000).

Para determinação da PB, as amostras foram submetidas à digestão sulfúrica e posterior destilação em meio alcalino dos íons amônio gerados (método de Kjeldahl). Foi utilizado o fator de conversão de 6,25 (AOAC, 2000).

O coeficiente de digestibilidade aparente da PB (CDA_{PB}), e os coeficientes de disponibilidade aparente de Ca (CDA_{Ca}) e P (CDA_P) da ração foram calculados com base na determinação do Si, que posteriormente foi transformado em porcentagem de SiO_2 . Para os cálculos foi utilizada a seguinte equação (SHAHAT, 1993):

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

onde:

$CDAn$ = Coeficiente de digestibilidade ou disponibilidade aparente do nutriente;

$\% SiO_{2r}$ = Porcentagem de sílica na ração;

$\% SiO_{2f}$ = Porcentagem de sílica nas fezes;

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

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

Os resultados de desempenho e os valores dos coeficientes de digestibilidade aparente da PB, e disponibilidade aparente de Ca e P foram submetidos à análise de variância. Para os dados de desempenho utilizou-se o peso inicial como uma co-variável, pois é importante considerar que experimentos conduzidos em situações práticas nem sempre é possível obtenção de lotes homogêneos. Foi utilizado o Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas - SAEG (EUCLYDES, 2005) para análise de variância, e as médias foram comparadas pelo teste de Duncan ($p < 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A temperatura de conforto térmico para a criação de rã-touro encontra-se na faixa de 25 e 30°C. Braga e Lima (2001) observaram maior consumo e maior ganho de peso em rãs-touro criadas em ambientes com temperatura entre 25,1 e 30,4°C. Figueiredo et al. (2001) observaram que rãs-touro criadas em gaiolas dentro de estufas alcançaram maiores ganhos de peso com temperaturas entre 27,6 e 29,7°C, e melhor crescimento com temperaturas entre 28,2 e 30,1°C. Observa-se na Tabela 2 que, na maior parte do período experimental, as temperaturas médias da água encontraram-se dentro da faixa ideal para criação de rãs. Entretanto, no último período do experimento, observou-se substancial queda na temperatura da água, com médias de temperatura mínima de 19 e 17,7°C. De acordo com Braga & Lima (2001) e Teodoro et al. (2005), em baixas temperaturas a rã-touro diminui o consumo de ração.

Tabela 2 – Valores médios, em graus centígrados, de temperatura máxima (Tmáx), mínima (Tmin) e média (Tm) da água, monitorados durante 60 dias

Dias	Água		
	Tm (°C)	Tmáx (°C)	Tmin (°C)
24/03 a 07/04/09	25,8	27,5	24,0
08/04 a 22/04/09	24,3	27,4	21,2
23/04 a 07/05/09	23,7	28,4	19,0
08/05 a 22/05/09	21,6	25,5	17,7
Médias do período	23,8	27,2	20,5

A temperatura da água é considerada de extrema importância na criação de rãs em sistema inundado, pois as rãs permanecem na água durante todo o tempo, não tendo como realizar termorregulação (diminuição ou aquecimento do corpo, quando as rãs têm como sair da água); assim, nesse sistema, as rãs mantêm a temperatura do corpo de acordo com a temperatura da água. De acordo com Figueiredo (1996), a temperatura afeta o ganho de peso, crescimento, consumo de alimento e a conversão alimentar.

Os pesos médios (PM) e a conversão alimentar aparente (CAA) das rãs submetidas a diferentes taxas de alimentação aos 20, 40 e 60 dias de experimento estão representados na Tabela 3. O melhor crescimento ($P < 0,05$) foi observado com a maior taxa de alimentação (5% do peso vivo) aos 20 e 40 dias de experimento; e ao final, com 60 dias, não houve diferença entre tratamentos ($P > 0,05$).

Tabela 3 – Pesos médios (PM) e conversão alimentar aparente (CAA) de rã-touro em baias inundadas sobre diferentes taxas de alimentação durante o período experimental

Taxas de alimentação (% do peso vivo)	1ª Biometria (0 – 20 dias)		2ª Biometria (0 – 40 dias)		3ª Biometria (0 – 60 dias)	
	PM (g)	CAA	PM (g)	CAA	PM (g)	CAA
5	71,0 a	0,64	95,3 a	1,12	100,6 a	1,52
4	57,3 b	1,03	82,8 b	1,23	98,0 a	1,56
3	52,9 c	1,10	84,6 b	0,80	102,0 a	1,08
Média	60,4	0,92	87,6	1,05	100,2	1,39
CV (%)	38,53	53,41	30,75	26,92	27,83	26,41

*Médias seguidas de letra distintas nas colunas diferem entre si pelo teste de Duncan ($p > 0,05$)

*CV = coeficiente de variação

Os índices zootécnicos obtidos durante o experimento estão representados na Tabela 4. Não houve diferença ($P>0,05$) entre os tratamentos para os valores de ganho peso (GP), ganho de peso diário (GPD), ganho de peso total (GPT) e sobrevivência (SBR).

Tabela 4 – Valores médios de ganho de peso (GP), ganho de peso diário (GPD), ganho de peso total (GPT) e sobrevivência (SBR) de rã-touro em baias inundadas sobre diferentes taxas de alimentação durante o período experimental

Taxas de alimentação (% do peso vivo)	GPM (g)	GPD (g)	GPT (kg)	SBR (%)
5	59,1	1,1	62,8	90,04
4	56,4	1,1	63,7	92,27
3	63,4	1,1	64,9	87,02
CV (%)	19,40	18,59	18,6	5,86

*CV = coeficiente de variação

Lima et al. (2003) propuseram taxas de alimentação de 3,2 e 2,5% do peso vivo para rãs-touro com peso médio de 30 a 39 g e de 40 a 109 g, respectivamente. A taxa de alimentação em que as rãs apresentaram melhor crescimento neste experimento foi mais alta, 5% do peso vivo para rãs com peso médio de 31,9 a 60,4 g e de 60,4 a 87,6 g. Deve-se considerar que neste experimento foi utilizada alta frequência de alimentação (24 refeições/dia), que melhorou o aproveitamento da ração e viabilizou a utilização de taxa de alimentação mais alta. De acordo com Sousa (2007), é possível aumentar a taxa de alimentação, obtendo bons resultados de conversão alimentar, fornecendo a ração em altas frequências alimentares. Oliveira (2007) testou alta frequência alimentar e taxas de alimentação de 2%, 3% e 4% do peso vivo na alimentação de tilápias em terminação. O autor observou maior uniformidade do lote, maior ganho de peso e menor tempo de cultivo nos animais alimentados com a maior taxa de alimentação, concluindo que a alta frequência alimentar permite a utilização de taxas de alimentação acima do recomendado pela literatura.

Para calcular a quantidade de ração a ser oferecida diariamente deve-se considerar não só o peso médio dos animais, mas também a frequência de fornecimento da ração e as condições de temperatura. De acordo com Lima & Agostinho (1988) e Braga & Lima (2001), o desenvolvimento da rã-touro está diretamente relacionado com a temperatura, pois esta influencia as atividades metabólicas do animal, interferindo no

consumo e na utilização do alimento. Para uma temperatura média de 25°C utiliza-se a taxa de alimentação de 3 a 5% do peso vivo e quando a temperatura oscila entre 18 e 25°C, essa taxa diminui para 2 a 3% do peso vivo (LIMA & AGOSTINHO, 1988). Portanto, até os 40 dias de experimento, as temperaturas encontravam-se adequadas para o crescimento das rãs e a taxa de 5% foi suficiente para a alimentação dos animais, não havendo grandes sobras de ração nas baias. Entretanto, nos últimos 20 dias do experimento, quando a temperatura diminuiu, os animais de todos os tratamentos diminuíram o consumo, ocorrendo sobra de ração em várias baias. Portanto, nesse período, as taxas de 4 e 5 % do peso vivo podem ter sido excessivas e não ter correspondido a realidade do que realmente foi ingerido; é provável que os animais de todos os tratamentos tenham ingerido aproximadamente 3% do peso vivo, diminuindo o efeito de tratamento.

De acordo com Barbosa et al. (2005a), taxas muito altas aumentam a velocidade de passagem do alimento no trato digestivo, reduzindo sua digestão e assimilação, influenciando negativamente a conversão alimentar. A temperatura também tem grande influência sobre o tempo de trânsito gastrointestinal; sendo a digestão mais lenta e gradual em temperaturas mais baixas (DIAS-KOBERSTEIN et al., 2005). Assim, nas últimas semanas do experimento, a menor taxa de alimentação (3% do peso vivo) foi mais adequada, refletindo em melhor valor, numericamente, de CAA quando a temperatura diminuiu. Portanto, sugere-se que o manejo alimentar seja conduzido de acordo com a temperatura, principalmente com a temperatura da água das baias, aumentando-se as taxas de alimentação com o aumento da temperatura e diminuindo essas taxas quando as temperaturas forem menores de forma a não fornecer o alimento em baixas quantidades ou em excesso.

No sistema inundado, a ração quando é fornecida em excesso afunda com o movimento das rãs na água, tornando-se inacessível; a fermentação das sobras de ração pode comprometer a qualidade da água com níveis elevados de amônia além de favorecer o crescimento de bactérias patogênicas. Segundo Kubitza (1999), níveis elevados de amônia podem induzir toxidade crônica e levar à diminuição do crescimento e da tolerância às doenças. Para evitar o acúmulo de matéria orgânica nos sistemas de criação, recomenda-se o controle da quantidade e da qualidade do alimento (PEREIRA & MERCANTE, 2005).

Neste experimento o uso de alimentadores automáticos se mostrou eficiente para a alimentação de rã-touro em alta frequência (24 refeições/dia) e com diferentes taxas de alimentação. Esse resultado concorda com Oliveira et al. (2009), que testaram o alimentador automático na alimentação de rãs e constataram que a ração quando fornecida em pequenos intervalos (a cada 30 minutos), tanto na água como no cocho, oferece estímulo suficiente para que as rãs capturem o alimento. Segundo os autores, os melhores resultados foram obtidos no tratamento onde o alimentador liberava a ração dentro da água, pois esta se movimentava o tempo todo.

A alimentação automática garante maior regularidade na produção, pode melhorar o desempenho e a eficiência alimentar além de contribuir para minimizar o risco de poluição e introdução de patógenos na água (BERGOT & KESTEMONT, 1995; AZZAYDI et al., 1999; NOVATO, 2000; OLIVEIRA, 2007; SOUSA, 2007).

As diferentes taxas de alimentação não influenciaram na digestibilidade da ração fornecida para a rã-touro. Não houve diferença entre os tratamentos ($P>0,05$) sobre os valores dos CDA_{PB} , CDA_{Ca} e CDA_P (Tabela 5).

Tabela 5 - Coeficientes de digestibilidade aparente da proteína bruta (CDA_{PB}) e coeficientes de disponibilidade aparente do cálcio (CDA_{Ca}) e fósforo (CDA_P) da ração fornecida para rã-touro em diferentes taxas de alimentação

Taxas de alimentação (% do peso vivo)	CDA_{PB}	CDA_{Ca}	CDA_P
5	66,75	44,91	18,44
4	61,41	44,00	32,06
3	63,32	53,53	31,98
Média	63,83	47,48	27,49
CV (%)	13,45	28,81	34,96

*CV = coeficiente de variação

Considerando-se que a coleta de fezes foi realizada somente no final do experimento, com 60 dias, e que neste período não houve diferença entre os tratamentos sobre o desempenho das rãs, provavelmente devido à diminuição da temperatura, também não foram detectados os efeitos das diferentes taxas de alimentação sobre a digestibilidade da PB, e disponibilidade de Ca e P da ração fornecida para a rã-touro. Resultados semelhantes foram obtidos por Storebakken & Austreng (1987) que ao testarem diferentes taxas de alimentação para truta arco-íris, verificaram que estas não

interferiram na digestibilidade aparente da proteína. Diferentes resultados foram obtidos por Henken et al. (1985), Luo et al. (2006) e Yuan et al. (2009) na alimentação de peixes. Os autores observaram relação negativa entre a digestibilidade aparente e o aumento das taxas de alimentação.

O processo de termorregulação, utilizado pelos anfíbios, é um comportamento que promove aceleração dos processos digestivos (BRATTSTROM, 1979 apud FIGUEIREDO, 1996). Portanto, como no último período do experimento foi observado baixas temperaturas da água, com média mínima de 17,7°C, pode ter ocorrido diminuição dos processos digestivos, interferindo nos resultados de digestibilidade, pois as rãs encontravam-se o tempo todo na água não tendo como fazer termorregulação e mantendo sua temperatura de acordo com a da água. A eficiência de digestão nos animais peclotérmicos é afetada pela temperatura em diversos processos como consumo de alimento, nível de secreção de sucos digestivos, atividade enzimática, motilidade do trato gastrointestinal e taxa de absorção intestinal. A secreção gástrica aumenta em temperaturas mais altas, com consequente aumento dos processos digestivos (EDWARDS, 1971; KAPOOR et al., 1975; apud BRAGA & LIMA, 2001).

De acordo com Lima & Agostinho (1988) e Figueiredo (1996) a temperatura tem forte influência sobre o metabolismo da rã-touro. Portanto, novas pesquisas com digestibilidade para esta espécie devem ser realizadas, de forma a avaliar com mais exatidão os efeitos das diferentes taxas de alimentação sobre a digestibilidade, aliando os resultados com as temperaturas obtidas em épocas distintas do ano, como inverno e verão.

Estudos sobre nutrição mineral em anfíbios são escassos na literatura. Geralmente os estudos avaliam as exigências de energia e proteína nas diferentes fases da criação da rã-touro (BARBALHO, 1991; ALBINATI, 1995; CASALI, 2003; RODRIGUES et al., 2004; BARBOSA et al., 2005b; SECCO, 2005; RODRIGUES et al., 2007; CASTRO et al., 2008) e poucos trabalhos são direcionados para as exigências de minerais para essa espécie. Guimarães (1992) avaliou diferentes níveis de cálcio na alimentação de girinos de rã-touro, entretanto neste trabalho não foi avaliado a disponibilidade deste mineral.

As diferentes taxas de alimentação não interferiram na disponibilidade aparente do Ca e do P da ração fornecida para rã-touro. Os baixos valores dos CDA_{Ca} e CDA_P obtidos, 47,48 e 27,49%, respectivamente, provavelmente são devido à menor

disponibilidade destes minerais na ração. O P está presente nos vegetais na forma de fitato, indisponível aos animais monogástricos (BOCK et al., 2006). A enzima fitase pode ser utilizadas nas rações com o intuito de aumentar a digestibilidade da proteína e a disponibilidade dos minerais, diminuindo a descarga de nutrientes para o meio aquático (FURUYA et al., 2001b, 2005; BOCK et al., 2006). Utilizar adequada taxa de alimentação nos sistemas de produção, de forma a diminuir os desperdícios de ração, também contribui para diminuir os resíduos orgânicos e inorgânicos lançados nos efluentes.

O CDA_{PB} da ração obtido durante o experimento apresentou valor médio de 63,83%. Resultado semelhante foi encontrado por Mouriño & Stéfani (2006) ao testarem diferentes métodos de coleta de fezes para determinação da digestibilidade protéica em rã-touro. Os resultados dos CDA_{PB} da ração foram de 62,1%, 65,0%, 61,3% e 70,3%, para os métodos de coleta total e parcial das fezes usando indicador; dissecação intestinal e para o método por decantação de fezes com indicador, respectivamente. Os diferentes métodos de coleta de fezes avaliados pelos autores apresentaram possíveis perdas por lixiviação dos nutrientes ou contaminações, mas foram considerados adequados para ensaios de digestibilidade com rãs.

A escolha do método de coleta de fezes é importante para obtenção de bons resultados. O método de coleta de fezes por decantação em aquários pode apresentar problemas como perdas de nutrientes por lixiviação, pelo contato das fezes com a água (MOURIÑO & STÉFANI 2006). O método de dissecação intestinal pode subestimar a digestibilidade do material colhido, pois ao retirar as fezes, espremendo-se as partes do trato digestório, pode haver contaminação com urina e mucosa do intestino (PEZZATO et al., 2002; MOURIÑO & STÉFANI 2006).

O método de coleta de fezes utilizado nesse experimento foi por meio da retirada das fezes diretamente da cloaca, massageando-se a região abdominal. Este método se assemelha ao método de extrusão manual, utilizado para coleta de fezes em peixes, em que os animais são submetidos a massagens na região abdominal, das nadadeiras ventrais em direção ao ânus. O método de coleta de fezes por extrusão manual pode ser considerado preciso para ensaios de digestibilidade em peixes, pois com este método evita-se o contato das fezes com a água (SULLIVAN & REIGH 1995; ABIMORAD & CARNEIRO, 2004)

A coleta de fezes, quando é feita diretamente da cloaca das rãs, reduz as contaminações por mucosa do intestino, por não se espremer o trato digestório, e não há necessidade de sacrificar os animais, como ocorre no método de dissecação intestinal, e minimiza o problema de perdas de nutrientes, por não haver o contato das fezes com a água. O intestino grosso em anfíbios é bem diferenciado do intestino delgado, apresentando uma válvula na transição dessas duas seções que previne o movimento retrógrado dos conteúdos do intestino (REEDER, 1964). Portanto, quando se retira as fezes direto da cloaca, com auxílio de uma pipeta, retira-se apenas a porção das fezes do intestino grosso, minimizando as possíveis contaminações por material parcialmente digerido presente no intestino delgado.

Os resultados de CDA_{PB} , utilizando a sílica (SiO_2) como marcador interno, foram similares aos encontrados por Mouriño & Stéfani (2006), que utilizaram o Cr_2O_3 como marcador externo na ração. O método utilizado para determinação dos minerais, por extração ultra-sônica, permitiu calcular os coeficientes de disponibilidade do Ca e P na ração fornecida para a rã-touro e reduziu consideravelmente o tempo das determinações analíticas, pois esse método não exige a mineralização das amostras, além de não gerar resíduos tóxicos (SILVA et al., 2006, 2007; SALHE et al., 2007; MORAES et al., 2009; NEVES, 2009).

CONCLUSÃO

Com base nos dados de peso médio, aos 20, 40 e 60 dias de experimento, concluiu-se que a taxa de alimentação de 5% do peso vivo correspondeu ao melhor crescimento para rã-touro de 31,9 g a 87,6 g. As diferentes taxas de alimentação não influenciaram na digestibilidade da ração fornecida para a rã-touro.

REFERENCIAS 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, C.A.; LIMA, S.L.; FORTES, J.V. et al. Dispensador automático de ração. Patente de Invenção nº 0403612-3, INPI (Instituto Nacional da Propriedade Industrial), 2004.
- ALBINATI, R.C.B. **Estudos biométricos e nutricionais com girinos de rã-touro**. 1995. 103f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1995.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY – AOAC. **Official methods of analysis**. 17 ed. AOAC International Ed, Maryland: AOAC International, 2000. 2200p.
- AZZAYDI, M.; MARTINES, F.J.; ZAMORA, S. et al. Effect of meal size modulation on growth performance and feeding rhythms in European sea bass (*Dicentrarchus labrax*, L.). **Aquaculture**, v.170, p.253-266, 1999.
- BARBALHO, O.J.M. **Exigência de proteína bruta de rã-touro (*Rana catesbeiana* Shaw, 1802) na fase de terminação**. 1991. 55f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1991.
- BARBOSA, A.C.A.; ALMEIDA, L.D.L.; FONSECA, R.B. Avaliação de diferentes sequências de arraçamento no desenvolvimento de tilápias cultivadas em gaiolas. Natal, RN: EMPARN, 2005a.
- BARBOSA, J.M.; SILVEIRA, A.M.; GOMIDE, C.A. Crescimento heterogêneo de girinos de rã-touro alimentados com diferentes rações. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.40, n.10, p.1015-1019, 2005b.
- BERGOT, P., KESTEMONT, P. L'alimentation artificielle des larves de carpe. In: BILLARD, R. **Les carpes: biologie et élevage**. Collection Hydrobiologie et Aquaculture. Paris: INRA, 1995, p.164-168.
- BOCK, C.L.; PEZZATO, L.E.; CANTELMO, O.A. et al. Fitase e digestibilidade aparente de nutrientes de rações por tilápias-do-nilo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.6, p.2197-2202, 2006.
- BRAGA, L.G.T.; LIMA, S.L. Influência da temperatura ambiente no desempenho da rã-touro, *Rana catesbeiana* (Shaw, 1802) na fase de recria. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.6, p.1659-1663, 2001.

- CASALI, A.P. **Avaliação de rações comerciais na recria de rã-touro (*Rana catesbeiana*, SHAW 1802) em mini baias**. 2003. 87f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal da Paraíba, Paraíba, 2003.
- CASTRO, J.C.; BARBOZA, W.A.; SILVA, K.K.P. et al. Níveis de energia metabolizável para rações de rã-touro. **Boletim do Instituto de Pesca**, v.34, n.4, p.519-525, 2008.
- DIAS-KOBERSTEIN, T.C.R.; CARNEIRO, D.J.; URBINATI, E.C. Tempo de trânsito gastrointestinal e esvaziamento gástrico do pacu (*Piaractus mesopotamicus*) em diferentes temperaturas de cultivo. **Acta Scientiarum**, v.27, n.3, p.413-417, 2005.
- EUCLYDES, R. SAEG: Sistema para análise estatística e genética. Versão 9, Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2005. **Disponível em:** <<http://www.ufv.br/saeg/download.htm>>. Acesso: 26/01/2010.
- FIGUEIREDO, M.R.C. **Influência de fatores ambientais sobre o desempenho da rã-touro (*Rana catesbeiana* SHAW, 1802) em gaiolas**. 1996. 141f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1996.
- FIGUEIREDO, M.R.C.; LIMA, S.L.; AGOSTINHO, C.A. et al. Estufas climatizadas para experimentos ambientais com rãs, em gaiolas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.4, p. 135-1142, 2001.
- 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, 2001a.
- FURUYA, W.M.; SANTOS, V.G.; BOTARO, D. et al. Níveis de proteína e fitase em rações de terminação para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR**, v.8, n.1, p.11-17, 2005.
- FURUYA, W.M.; GONÇALVES, G.S.; FURUYA, V.R.B. et al. Fitase na alimentação da tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*). Desempenho e digestibilidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n. 3, p. 924-929, 2001b.
- GUIMARÃES, N.D. **Efeito dos níveis de cálcio na dieta sobre o desempenho de girinos de rã-touro (*Rana catesbeiana*)**. 1992. 49f. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1992.
- HENKEN, A.M.; KLEINGELD, D.W.; TIJSEN, 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.
- KUBITZA, F. **Qualidade da água na produção de peixes**. 3 ed. Jundiaí: Degaspari, 1999, 97p.

- LIMA, S. L.; AGOSTINHO, C. A. **Ranicultura: Técnicas e proposta para alimentação de rãs**. Informe Técnico. Viçosa: Imprensa Universitária; UFV (Inf. Tec. Nº50), 1984.
- LIMA, S.L.; AGOSTINHO, C.A. **A criação de rãs**. São Paulo: Globo, 1988, 187p.
- LIMA, S.L.; CASALI, A.P.; AGOSTINHO, C.A. Desempenho zootécnico e percentual de consumo de alimento de rã-touro (*Rana catesbeiana*) na fase de recria (pós-metamorfose) do sistema anfigranja. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.3, p.505-511, 2003.
- LUO, Z.; LIU, Y.; MAI, K. et al. Effects of feeding levels on growth performance, feed utilization, body composition, and apparent digestibility coefficients of nutrients for grouper *Epinephelus coioides* juveniles. **Journal of the World Aquaculture Society**, v.37, n.1, p.32-34, 2006.
- MORAES, P.M.; LOUREIRO, V.R.; PADILHA, P. Determinação de fósforo bio disponível em rações de peixes utilizando extração assistida por ultra-som e espectrofotometria no visível. **Química Nova**, v.32, n.4, p.923-927, 2009.
- MOURIÑO, J.L.P.; STÉFANI, M.V. Avaliação de métodos de coleta de fezes para determinação da digestibilidade protéica em rã-touro (*Rana catesbeiana*). **Ciência Rural**, v.36, n.3, p.954-958, 2006.
- NEVES, R.C.F.; MORAES, P.M.; SALEH, M.A.D. et al. FAAS determination of metal nutrients in fish feed after ultrasound extraction. **Food Chemistry**, v.113, n.2, p.679-683, 2009.
- NOVATO, P.F.C. **Comparação entre os sistemas de alimentação de demanda, manual e automático sobre o desempenho da Tilápia Vermelha (*Oreochromis spp*)**. 2000. 87f. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) - Centro de Aquicultura da Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2000.
- OLIVEIRA, F.A. **Taxas e intervalos de alimentação na produção de tilapia em tanque-rede com dispensador automático de ração**. 2007. 81f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2007.
- OLIVEIRA, F.A.; AGOSTINHO, C.A.; SOUSA, R.M.R. et al. Manejo alimentar com dispensador automático na recria de rã-touro. **Archivos de Zootecnia**, v.58 (supl.1), p.589-592, 2009.
- PEREIRA, L.P.F.; MERCANTE, C.T.J. A amônia nos sistemas de criação de peixes e seus efeitos sobre a qualidade da água, uma revisão. **Boletim do Instituto de Pesca**, v.31, n.1, p.81-88, 2005.
- PEZZATO, L.E.; MIRANDA, E.C.; PINTO, L.G.Q. Avaliação de dois métodos de determinação do coeficiente de digestibilidade aparente com a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.). **Acta Scientiarum**, v.24, n.4, p.965-971, 2002.

- REEDER, W.G. The digestive system. In: MOORE, J.A. (Ed). **Physiology of the amphibia**. Academic Press: New York, v. 1, p.99-149, 1964.
- RODRIGUES, M.L.; LIMA, S.L.; MOURA, O.M. et al. Efeito dos níveis de proteína e relação energia/proteína sobre o desempenho da rã-touro. **Archivos de Zootecnia**, v.56, n.216, p.939-942, 2007.
- RODRIGUES, M.L.; MOURA, O.M.; LIMA, S.L. Determinação da energia metabolizável de alguns alimentos para rã-touro (*Rana catesbeiana*). **Boletim do Instituto de Pesca**, v.30, n.2, p.147-154, 2004.
- SALEH, M.A.D.; NEVES, R.C.F.; SILVA, F.A. 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. CD-ROM. Aquicultura.
- SECCO, E.M.; STÉFANI, M.V.; VIDOTTI, R.M. Apparent digestibility of different ingredients in diets for bullfrog *Rana Catesbeiana* tadpoles. **Journal of the World Aquaculture Society**, v.36, n. 1, p. 135-140, 2005.
- SHAHAT, T.M. Digestibility determination in catfish fingerling using internal and external markers. **Veterinary Medical Journal Gisa**, v.41, n.3, p.83-91, 1993.
- SILVA, F.A.; NEVES, R.C.F.; QUINTERO-PINTO, L.G. et al. Determination of selenium by GFAAS in slurries of fish feces to estimate the bioavailability of this micronutrient in feed used in pisciculture. **Chemosphere**, v.68, p.1542-1547, 2007.
- SILVA, F.R.; PADILHA, C.C.F.; PEZZATO, L.E. et al. Determination of chromium by GFAAS in slurries of fish feces to estimate the apparent digestibility of nutrients in feed used in pisciculture. **Talanta**, v. 69, p.1025-1030, 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 em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2007.
- STOREBAKKEN, T.; AUSTRENG, E. Ration level for salmonids: growth, feed intake, protein digestibility, body composition, and feed conversion in rainbow trout weighing 0.5–1.0 kg. **Aquaculture**, v.60, p.207-221, 1987.
- TEODORO, S.M.; CHAVES, M.A.; ESCOBEDO, J.F. et al. Relação de variáveis ambientais em baias cobertas com polietileno e desempenho da rã-touro (*Rana catesbeiana*). **Engenharia Agrícola**, v.25, n.1, p.46-56, 2005.
- 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.

- WILLIAMS, W.J. **Handbook of anion determination**. London: Butterworths, 1979, 630p.
- YUAN, Y.; YANG, H.; GONG, S. 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.
- WATANABE, T.; KIRON, V.; SATOH, S. Trace minerals in fish nutrition. **Aquaculture**, v. 151, p. 185-207, 1997.

CAPÍTULO IV

CONSIDERAÇÕES FINAIS

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização de altas frequências de alimentação, com uso de alimentadores automáticos, poderá proporcionar um grande avanço no manejo alimentar nos sistemas de produção de rãs, contribuindo para a sustentabilidade da atividade.

Em sistemas inundados é comum o fornecimento da ração apenas duas ou três vezes ao dia e em grandes quantidades, podendo prejudicar o desempenho dos animais e comprometer a qualidade da água, pois a ração em excesso afunda tornando-se inacessível para as rãs. A fermentação das sobras de ração pode comprometer a qualidade da água com níveis elevados de amônia além de favorecer o crescimento de bactérias patogênicas. O aumento da frequência de alimentação nesse sistema de produção pode sanar essas deficiências no manejo alimentar, sendo realizada com o uso de alimentadores automáticos, pois estes possibilitam o oferecimento de várias refeições diárias em pequenas porções e em intervalos curtos.

A utilização de altas frequências alimentares promove melhor crescimento da rã-touro em sistema inundado. Nesse sistema, quando a ração é fornecida em alta frequência alimentar, é possível utilizar alta taxa de alimentação (5% do peso vivo), para rãs de 31,9 a 87,6 g.

Recomenda-se a realização de novas pesquisas com digestibilidade em rã-touro em épocas distintas do ano, como inverno e verão, de forma a avaliar com mais exatidão os efeitos das diferentes taxas e frequências de alimentação sobre a digestibilidade, aliando os resultados com as temperaturas obtidas nessas épocas, pois a temperatura tem forte influência sobre o metabolismo desta espécie.