

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

***FREQUÊNCIA ALIMENTAR E PERÍODO DE  
ALIMENTAÇÃO NO CULTIVO DE RÃ-TOURO EM  
TANQUE-REDE***

CECÍLIA SILVA DE CASTRO

Tese apresentada ao Programa de  
Pós-Graduação em Zootecnia  
como parte das exigências para  
obtenção do Título de Doutor em  
Zootecnia.

BOTUCATU – SP  
Dezembro – 2013

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

***FREQUÊNCIA ALIMENTAR E PERÍODO DE  
ALIMENTAÇÃO NO CULTIVO DE RÃ-TOURO EM  
TANQUE-REDE***

CECÍLIA SILVA DE CASTRO  
Zootecnista

Orientador: Claudio Angelo Agostinho

Tese apresentada ao Programa de  
Pós-Graduação em Zootecnia  
como parte das exigências para  
obtenção do Título de Doutor em  
Zootecnia.

BOTUCATU – SP  
Dezembro – 2013

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

C355f Castro, Cecília Silva de, 1982-  
Frequência alimentar e período de alimentação no cultivo de rã-touro em tanque-rede / Cecília Silva de Castro. - Botucatu : [s.n.], 2013  
vii, 72 f. : tabs., grafs., ils., fots. color.

Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu, 2013

Orientador: Claudio Angelo Agostinho  
Inclui bibliografia

1. Rã touro - Criação. 2. Rã touro - Alimentação e rações. 3. Sustentabilidade. I. Agostinho, Claudio Angelo. II. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. III. Título.

*Aos meus pais...*

***DEDICO.***

## ***AGRADECIMENTOS***

Ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – UNESP/Botucatu, pela oportunidade de realização do curso de Doutorado.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pela bolsa de estudo e financiamento do projeto.

Ao Professor Claudio Angelo Agostinho, pela orientação e amizade.

Ao professor Pedro de Magalhães Padilha, que cedeu espaço no Laboratório de Química para análises de digestibilidade.

Aos amigos do Setor de Aquicultura, por toda ajuda e carinho.

Às amigas de república, pelo companheirismo.

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

## SUMÁRIO

	Página
<b>CAPÍTULO I</b>	
<b>CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....</b>	<b>1</b>
Introdução.....	2
Instalações e manejo alimentar na ranicultura.....	3
Sistema de criação em tanque-rede.....	5
Automação da alimentação na aquicultura.....	8
Frequência e período alimentar.....	9
Digestibilidade.....	12
Referências Bibliográficas.....	15
 <b>CAPÍTULO II</b>	
<b>POLICULTIVO DE RÃS E TILÁPIAS EM TANQUE-REDE COM ALTA FREQUÊNCIA ALIMENTAR.....</b>	<b>21</b>
Resumo.....	22
Abstract.....	23
Introdução.....	24
Material e Métodos.....	25
Resultados.....	30
Discussão.....	35
Conclusão.....	40
Referências Bibliográficas.....	41

**CAPÍTULO III****DIGESTIBILIDADE DA RAÇÃO E DESEMPENHO PRODUTIVO DE RÃS-TOURO CRIADAS EM TANQUES-REDE ALIMENTADAS EM DIFERENTES PERÍODOS E ALTA FREQUÊNCIA.....**

45

Resumo..... 46

Abstract..... 47

Introdução..... 48

Material e Métodos..... 49

Resultados..... 55

Discussão..... 59

Conclusão..... 65

Referências Bibliográficas..... 66

**CAPÍTULO IV****CONSIDERAÇÕES FINAIS.....**

71

## ÍNDICE DE TABELAS

Página

### CAPÍTULO II

<b>POLICULTIVO DE RÃS E TILÁPIAS EM TANQUE-REDE COM ALTA FREQUÊNCIA ALIMENTAR.....</b>	<b>21</b>
1. Valores médios de peso total (PT), peso médio (PM), ganho de peso médio (GPM), ganho de peso diário, conversão alimentar aparente (CAA) e sobrevivência (S) de rãs-touro em tanque-rede com diferentes frequências alimentares durante 120 dias.....	31
2. Valores médios de peso total (PT), peso médio (PM), ganho de peso médio (GPM) e ganho de peso diário (GPD) de tilápias em tanque-rede, criadas em conjunto com rãs-touro, alimentadas somente das sobras de ração fornecidas para as rãs-touro em diferentes frequências alimentares durante 120 dias.....	32
3. Valores médios de peso total (PT) e conversão alimentar aparente (CAA) do policultivo de rãs-touro e tilápias do Nilo em tanque-rede com diferentes frequências alimentares durante 120 dias.....	33
4. Simulação de 30 dias, considerando uma baía com 43 rãs, do manejo alimentar utilizando CLP (controlador lógico programável), e do manejo alimentar convencional.....	34

### CAPÍTULO III

<b>DIGESTIBILIDADE DA RAÇÃO E DESEMPENHO PRODUTIVO DE RÃS-TOURO CRIADAS EM TANQUES-REDE ALIMENTADAS EM DIFERENTES PERÍODOS E ALTA FREQUÊNCIA.....</b>	<b>45</b>
1. Intervalos entre as refeições de acordo com as frequências e períodos alimentares.....	52
2. Pesos médios (PM) de rãs-touro criadas em tanque-rede com diferentes frequências e períodos alimentares aos 30, 60 e 90 dias de experimento.....	57
3. Valores médios de peso total (PT), ganho de peso médio (GPM), ganho de peso diário (GPD), conversão alimentar aparente (CAA), sobrevivência (S) e uniformidade (U) de rãs-touro em tanque-rede alimentadas em diferentes períodos e frequências durante 90 dias de experimento.....	58
4. Coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca ( $CDA_{MS}$ ), proteína bruta ( $CDA_{PB}$ ), energia bruta ( $CDA_{EB}$ ) e coeficiente de disponibilidade aparente de cálcio ( $CDA_{Ca}$ ) e fósforo ( $CDA_P$ ) da ração fornecida para rãs-touro em diferentes frequências e períodos alimentares ao final de 90 dias de experimento.....	59

## ÍNDICE DE FIGURAS

Página

### CAPÍTULO II

#### **POLICULTIVO DE RÃS E TILÁPIAS EM TANQUE-REDE COM ALTA FREQUÊNCIA ALIMENTAR..... 21**

1. Sistema de criação de rãs e tilápias em tanque-rede. (a) Abrigo; (b) Fundo de tela metálica; (c) Abertura para acoplar o alimentador automático; (d) Tampa móvel, para abertura e fechamento da baía quando necessário; (e) Alimentador automático..... 27

2. Médias semanais de temperatura da água e do ar monitorados durante os 120 dias de experimento..... 30

### CAPÍTULO III

#### **DIGESTIBILIDADE DA RAÇÃO E DESEMPENHO PRODUTIVO DE RÃS-TOURO CRIADAS EM TANQUES-REDE ALIMENTADAS EM DIFERENTES PERÍODOS E ALTA FREQUÊNCIA..... 45**

1. Baía para criação de rãs, com laterais e tampa em polipropileno e fundo de tela metálica..... 50

2. Baias de polipropileno, com alimentadores automáticos, instaladas dentro de tanques-rede distribuídos linearmente em um viveiro..... 51

3. Médias semanais de temperatura da água e do ar, monitorados nos períodos diurno e noturno, durante os 90 dias de experimento..... 55

**CAPÍTULO I**  
**CONSIDERAÇÕES INICIAIS**

## CONSIDERAÇÕES INICIAIS

### Introdução

A ranicultura é um ramo da aquicultura que tem crescido no Brasil em função das pesquisas realizadas em diversas universidades do país, nas áreas de nutrição, instalações e manejo, contribuindo com o desenvolvimento de novas tecnologias de produção. Desde que a rã-touro (*Lithobates catesbeianus*), espécie produzida comercialmente, foi introduzida no Brasil na década de 30, diversos tipos de instalações para sua criação foram desenvolvidos, entretanto, ainda não existe padronização das mesmas nas diferentes fases da produção dessa espécie, como acontece em outras áreas da produção animal como a avicultura e a suinocultura.

Nos diferentes sistemas de produção de rãs, como o sistema inundado, anfigranja e confinamento, os principais problemas na produção estão relacionados à quantidade e qualidade da água. O sistema inundado apresenta instalações simples e, geralmente, não utiliza larvas de moscas na alimentação, pois a ração é fornecida diretamente na água, sendo o sistema de produção mais usado nos ranários comerciais. Entretanto, nesse sistema há um grave problema de manejo alimentar, pois o volume de água é pequeno e a limpeza das baias e renovação total da água é feita apenas uma vez ao dia, e nessas condições a água das baias apresenta baixa qualidade ao final do dia quando, ainda, é necessário fornecer alimento. No sistema inundado o fornecimento da ração geralmente é feito em baixa frequência, de duas a três vezes ao dia e em grande quantidade, acarretando desperdícios de ração, pois quando em excesso a ração afunda com o movimento das rãs na água, podendo comprometer a qualidade da água e o desempenho produtivo dos animais.

O sistema de criação de rãs em tanque-rede é recente, mas poderá proporcionar grandes avanços na ranicultura quanto às instalações, pois os tanques-rede são alojados em locais com grande volume e renovação contínua de água, mantendo sua qualidade sem a necessidade de limpeza diária das instalações, como ocorre na maioria dos sistemas de produção de rãs. A automação da alimentação pode tornar o sistema de produção de rãs em tanque-rede mais eficiente, pois com os alimentadores automáticos é possível fornecer o alimento em alta frequência, ou seja, menores

quantidades de ração mais vezes durante o dia, diminuindo os desperdícios de ração e melhorando o desempenho produtivo dos animais.

### **Instalações e manejo alimentar na ranicultura**

A rã-touro (*Lithobates catesbeianus*) foi introduzida no Brasil na década de 30, no Ranário Aurora, no Rio de Janeiro (RANÁRIO AURORA, 1938), adaptando-se perfeitamente às condições climáticas do país, o que favoreceu seu desempenho em relação à reprodução e engorda (FERREIRA et al., 2002). Mas foi no final da década de 70 que a ranicultura despertou o interesse dos criadores, particularmente estimulados pela divulgação das potencialidades dessa atividade (LIMA e AGOSTINHO, 1992).

No início da produção de rãs no Brasil, a escassez de informações técnicas fez com que se desenvolvessem vários sistemas de engorda utilizando tanques de terra. Dentre os vários tipos idealizados, o que apresentou melhores resultados em nível comercial foi o tanque-ilha, cercado com tela de nylon e sempre respeitando relação de 70 a 80% de área seca e 20 a 30% de área inundada (WIRZ et al., 1995). A alimentação nesse sistema de produção era baseada no fornecimento, no centro da ilha, de carcaças e vísceras de animais, que serviam como atrativos para moscas e conseqüente produção de larvas (FONTANELLO et al., 1980). Esse tipo de alimentação não era adequado, pois proporcionava a proliferação de bactérias patogênicas, causando doenças que comprometiam todo o plantel.

Na década de 80, outros sistemas de criação da rã-touro foram propostos, como o sistema de confinamento, desenvolvido por pesquisadores da Universidade Federal de Uberlândia e o sistema anfigranja, desenvolvido por pesquisadores da Universidade Federal de Viçosa. No sistema de confinamento as baias de engorda foram projetadas com paredes em placas de cimento pré-moldadas ou em alvenaria e o piso cimentado, com um pequeno tanque de água com profundidade de 8,0 cm em uma das extremidades (SILVA, 1997). As baias eram parcialmente cobertas com telhas de fibrocimento, a piscina ocupava 25% da área total da baia e o alimento fornecido era constituído de larvas de moscas, ainda produzidas com vísceras e carcaças, mas em larvários afastados do ranário (OLIVEIRA, 1983). Produzir as

larvas em instalações afastadas da criação das rãs foi considerado avanço em relação à alimentação, pois essa medida reduziu os impactos negativos como o mau cheiro dentro da criação e a disseminação de doenças, causadas pela decomposição das carcaças dentro das baias.

O sistema anfigranja, definido como conjunto de técnicas para a criação das rãs, apresenta instalações desenvolvidas para o manejo sistematizado em cada um dos setores que compõem o ranário, como a reprodução, girinagem e recria, obtendo índices zootécnicos satisfatórios, pois oferece aos animais condições propícias para o desempenho favorável (LIMA, 1997). Nesse sistema, as baias apresentam os elementos básicos para a criação das rãs, como cochos, abrigos e piscinas distribuídos linearmente e de maneira uniforme por toda a área da baia, reduzindo ao mínimo o esforço e a competição para obter o alimento. Comparado aos sistemas tradicionais, o anfigranja reduziu o tempo de recria e as taxas de mortalidade (LIMA e AGOSTINHO, 1992). Nesse sistema, a alimentação era baseada em larvas de mosca doméstica misturada à ração comercial, proposta idealizada por Lima e Agostinho (1984).

A proposta de fornecer ração comercial para rã-touro pode ser considerada o maior avanço da ranicultura brasileira em relação à alimentação. Devido à falta de informações sobre as exigências nutricionais da rã-touro a ração foi formulada com base nas exigências nutricionais de peixes carnívoros, considerando as semelhanças ecológicas e fisiológicas entre esses grupos (LIMA e AGOSTINHO, 1984). A ração era fornecida misturada com larvas de moscas (*M. domestica*), produzidas em ambiente controlado (ALEIXO et al., 1984). Utilizava-se a proporção de 25% de larvas e 75% de ração (LIMA e AGOSTINHO, 1984).

Na década de 90 surgiu um novo modelo de criação de rãs, o sistema inundado (MAZZONI et al., 1995; MAZZONI, 1997). Diferente dos outros sistemas, o inundado não apresenta parte seca, e como o próprio nome diz, o piso é totalmente alagado; e também não existem abrigos como no anfigranja. Uma das maiores vantagens do sistema inundado consiste na eliminação do uso de larvas de moscas, pois a alimentação é realizada exclusivamente com grânulos extrudados que flutuam na água (MAZZONI, 1997; MELLO, 2001). Esse sistema apresenta também outras

vantagens, como maiores densidades de estocagem, crescimento homogêneo e pouco canibalismo (MAZZONI, 1997).

Juntamente com a evolução dos sistemas de produção e da alimentação na ranicultura, as formas de arraçoamento também sofreram modificações. Em 2002, foram desenvolvidos cochos vibratórios, com o intuito de movimentar a ração sem a utilização do alimento vivo (AGOSTINHO et al., 2002), podendo ser utilizados nos sistemas de confinamento e anfigranja. Agostinho et al. (2004) desenvolveram alimentadores automáticos para rãs e peixes, possibilitando sua utilização em sistemas inundados. Os alimentadores automáticos são eficientes para fornecer a ração em menores intervalos de tempo, com alta frequência alimentar, estimulando a ingestão do alimento com a liberação da ração na superfície da água (OLIVEIRA et al., 2009; CASTRO et al., 2012).

Apesar de toda a evolução em relação a instalações para criação da rã-touro, alguns desafios ainda não foram superados. Em todos os sistemas de produção de rãs o volume de água é pequeno, insuficiente para a manutenção da estabilidade térmica nas baias, e a baixa renovação prejudica a qualidade da água, comprometendo o desempenho dos animais. A partir dessas observações, Sousa et al. (2010) propuseram a criação da rã-touro em tanques-rede distribuídos em viveiros com renovação contínua de água e estabilidade térmica. De acordo com os autores, este novo sistema de criação proporciona ambiente adequado para a criação das rãs e, ainda, enfatizam que a utilização de tanques-rede, aliado com a utilização de alimentadores automáticos, poderá proporcionar vantagens significativas no desempenho produtivo das rãs, contribuindo para a sustentabilidade da atividade.

### **Sistema de criação em tanque-rede**

Um dos maiores problemas enfrentados pelos ranicultores está relacionado à qualidade da água de cultivo. Os sistemas de produção inundado, confinamento e anfigranja são os mais utilizados pelos ranicultores brasileiros; e em todos estes o volume de água nas baias é pequeno e a renovação é insuficiente. Nesses sistemas a utilização de altas densidades de estocagem pode comprometer o desempenho dos animais. Casali et al. (2005) observaram que em altas densidades (160 rãs/m<sup>2</sup> inicial

e 75 rãs/m<sup>2</sup> final) o acúmulo de fezes e ração na água são maiores, piorando as condições higiênicas das baias, e sugeriram que novas pesquisas sejam feitas, com manejo de troca de água para manutenção da qualidade do ambiente da piscina, para verificar se as rãs respondem com melhor desempenho produtivo.

De acordo com Castro et al. (2012), 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, com o movimento das rãs na água, tornando-se inacessível. A decomposição das sobras de ração pode comprometer a qualidade da água com níveis elevados de amônia além de favorecer o crescimento de bactérias patogênicas (BORGES et al., 2012). De acordo com Pereira e Mercante (2005), o controle da quantidade e da qualidade do alimento, bem como o controle adequado do fluxo da água, é de fundamental importância para a manutenção da qualidade da água em um sistema de criação.

A criação de rãs em tanque-rede pode ser solução para os problemas citados acima, com relação à qualidade da água. A produção em tanque-rede é considerada sistema superintensivo na criação de peixes, que permite alta densidade de estocagem e apresenta renovação contínua de água (CYRINO e CONTE, 2000; ZIMMERMANN e FITZSIMMONS, 2004). A renovação contínua de água visa manter a qualidade desta dentro do tanque-rede o mais próximo possível da água a sua volta e, remover rápida e constantemente os metabólitos e dejetos produzidos pela espécie cultivada (CYRINO e CONTE, 2000). Além das vantagens já citadas, o cultivo em tanques-rede apresenta baixo investimento inicial para implantação do empreendimento, possibilita o aproveitamento de recursos aquáticos já disponíveis e permite o cultivo de diferentes espécies em um mesmo corpo d'água (KUBITZA, 2000).

A criação simultânea de duas ou mais espécies aquáticas em um mesmo corpo d'água, utilizando organismos com diferentes hábitos alimentares e distribuição espacial, é denominado de policultivo (ZIMMERMANN e NEW, 2000). O policultivo de tilápias e camarões é um exemplo clássico. Existem duas formas de policultivo entre essas duas espécies. O mais conhecido e que já vem sendo praticado por muitos produtores no Brasil, é o policultivo de tilápias e camarões livres,

convivendo no viveiro. O outro é o policultivo de tilápias confinadas em tanques-rede e camarões livres no viveiro, que consiste na alimentação, com ração comercial, apenas das tilápias, já que os camarões, por apresentarem hábito alimentar detritívoro, se alimentam das sobras da ração fornecida às tilápias e dos organismos que proliferam no fundo do viveiro. O aproveitamento dos resíduos de ração pelos camarões melhora consideravelmente a qualidade da água do viveiro (PINTO et al., 2012). Além do policultivo com camarões, a tilápia poderá ter êxito na criação conjunta com rãs, se alimentando das sobras de ração (SOUSA et al., 2010).

Nos tanques-rede, devido ao grande volume de água onde são alojados, a oscilação térmica da água é menor, sendo este fator importante na criação da rã-touro, pois de acordo com Lima e Agostinho (1988) e Figueiredo et al. (1999) a temperatura tem forte influência sobre o metabolismo dessa espécie. Esse sistema de produção pode ser utilizado para todas as fases de crescimento da rã-touro, desde a fase de girinagem (HAYASHI et al., 2004) até a recria (SOUSA et al., 2010) e engorda.

Sousa et al. (2010) avaliaram diferentes densidades de estocagem (28; 56 e 84 rãs/m<sup>2</sup>) sobre o desempenho produtivo de rã-touro em tanques-rede. Em todas as densidades avaliadas não foi observado mortalidade durante o inverno. De acordo com os autores, a utilização de tanques-rede proporcionou ambiente adequado a recria de rãs, e sugeriram que ainda são necessárias pesquisas relacionadas às várias fases de crescimento das rãs, frequência alimentar e avaliação de densidades de estocagem mais altas. Os autores utilizaram tanques-rede para produção de peixes, adaptados para a criação das rãs apenas confeccionando uma moldura de PVC de ½” recoberta com tela metálica fixada nas laterais do tanque-rede de modo a formar uma plataforma. Uma característica importante dessa pesquisa é que os tanques-rede para produção das rãs foram alojados em viveiros povoados com tilápias, e desta forma, a ração não consumida pelas rãs foi aproveitada pelas tilápias, reduzindo o impacto ao ambiente aquático. Os autores, ainda, destacaram que a utilização do sistema de criação de rãs em tanque-rede pode ser alternativa em ranários que possuem viveiros, e que além disso, a produção de rãs pode fornecer receita adicional para piscicultores que utilizam viveiros de criação de tilápias.

Na criação de rãs em tanques-rede, ao contrário dos outros sistemas de produção de rãs, não há necessidade de limpeza diária das instalações devido à contínua renovação de água, que remove constantemente as sobras de ração e os dejetos produzidos pelos animais, reduzindo os custos com mão de obra.

### **Automação da alimentação na aquicultura**

Na criação de organismos aquáticos é comum o fornecimento manual de ração. Entretanto, esse tipo de alimentação é trabalhoso e nem sempre é a melhor maneira de fornecer o alimento em cultivos intensivos (BEVERIDGE, 1996). Em grandes unidades de produção, a alimentação manual torna o manejo alimentar mais complexo e oneroso, devido à necessidade de maior número de funcionários (SOUSA et al., 2012). Segundo Lekang (2007), o tempo para alimentação pode ser considerável em produções intensivas, justificando os investimentos com sistemas de alimentação automáticos.

A automação do manejo alimentar tem por finalidade o aumento da produtividade em um contexto geral, diminuição de resíduos, maior capacitação da mão de obra, favorece uniformidade dos lotes e melhora a eficiência alimentar devido a possibilidade de altas frequências de alimentação (OLIVEIRA, 2010). Além disso, permite fornecer o alimento no período noturno, prática muitas vezes inviável em produções comerciais onde a alimentação é feita manualmente, devido ao alto custo com mão de obra (OLIVEIRA, 2007). Segundo Azzaydi et al. (1999), os sistemas de alimentação automática, em que o alimento é fornecido de acordo com o ritmo natural de alimentação da espécie, pode melhorar o crescimento e a eficiência alimentar.

Os alimentadores automáticos encontrados no mercado são fabricados com um dispositivo para lançar a ração a longas distâncias em grandes viveiros. Esses dispositivos aumentam o custo da alimentação e seu uso é caro para tanques-rede, sendo um alimentador necessário para cada unidade (SOUSA et al., 2012). Entretanto, alimentadores automáticos próprios para tanques-rede foram desenvolvidos por Agostinho et al. (2004; 2010), os quais podem ser acoplados a tanques-rede de diversos tamanhos, com capacidade que pode variar de 50 a 500 kg

de ração; funcionam a energia solar, e podem ser instalados distantes da margem e em propriedades onde não há energia elétrica disponível. Possibilitam o fornecimento da ração em frequências e períodos pré-determinados, fatores que podem influenciar no aproveitamento do alimento e no desempenho produtivo (AGOSTINHO et al., 2011). Oliveira (2007) e Sousa et al. (2012), em estudo com tilápias em tanque-rede, relataram que o uso de alimentadores automáticos reduziu os desperdícios e a competição por alimento.

Oliveira et al. (2009) avaliaram a eficiência dos alimentadores automáticos no manejo alimentar de rãs-touro. Nessa pesquisa, o alimentador automático dispensava a ração, a cada 30 minutos, em um comedouro moldado em fibra de vidro ou diretamente na superfície da água. Os autores observaram que as rãs atingiram peso comercial em 104 dias, com o maior peso médio (265,64g) alcançado quando a ração foi fornecida diretamente na superfície da água, pois esta se movimentava o tempo todo devido ao movimento da água, demonstrando que o uso de alimentadores automáticos é viável no cultivo intensivo de rãs. Sousa et al. (2010) e Castro et al. (2012) também utilizaram alimentadores automáticos na criação da rã-touro, em tanque-rede e em sistema inundado, respectivamente, e constataram que estes são eficientes para fornecer a ração em alta frequência alimentar.

### **Frequência e período alimentar**

A alimentação é o item que mais onera o custo na produção de organismos aquáticos, e seu uso inadequado pode comprometer a qualidade da água de cultivo. Na ranicultura, independente do sistema de produção, ainda é comum o fornecimento de ração poucas vezes ao dia e em grandes quantidades, comprometendo o desempenho dos animais e a sustentabilidade da atividade, pois com este tipo de manejo ocorrem sobras de ração, que além de aumentar os custos da produção pioram a qualidade da água. A utilização de boas práticas de manejo alimentar pode solucionar essas deficiências na ranicultura e garantir o sucesso da produção.

Medidas que aperfeiçoem o manejo alimentar são importantes para maximizar o crescimento, melhorar a conversão alimentar e reduzir os desperdícios de alimento. (SCHNAITACHER et al., 2005). A automação da alimentação é prática que auxilia

positivamente o manejo alimentar, pois com os alimentadores automáticos é possível fornecer o alimento em alta frequência, ou seja, menores porções de alimento mais vezes durante o dia, além de permitir a alimentação noturna e controle eficiente da quantidade de ração fornecida (AGOSTINHO et al., 2004; 2010).

Alguns estudos relataram a utilização de altas frequências alimentares, acima de 10 refeições/dia, na alimentação de peixes. Para alevinos de truta arco-íris, Vega et al. (1994) observaram melhor sobrevivência com a utilização de 20 refeições/dia. Zhou et al. (2003) recomendaram 24 refeições/dia para juvenis de carpa gibel, por ter proporcionado melhor crescimento e eficiência alimentar. Sousa et al. (2012) relataram que alta frequência alimentar, 24 refeições/dia, pode resultar em economia de até 360kg de ração por tonelada de peixe produzido, melhorando a viabilidade econômica na produção de tilápia do Nilo, e diminuindo a poluição ambiental. De acordo com Kunii (2010), o fracionamento do alimento em 12 e 24 refeições/dia tornou a atividade de produção de kinguios mais lucrativa, demonstrando que os peixes aproveitam melhor o alimento quando em altas frequências alimentares. Oliveira (2010) observou que tilápias do Nilo alimentadas em alta frequência (48 refeições/dia) apresentaram os melhores resultados para ganho de peso, peso médio final, sobrevivência e reversão sexual em 14 dias.

Além dos benefícios relacionados ao desempenho produtivo, o uso de altas frequências alimentares na produção de organismos aquáticos pode também melhorar a qualidade da água de cultivo. Phillips et al. (1998), em dois experimentos, avaliaram as frequências de 9 ou 90 refeições/dia e de 3 ou 30 refeições/dia na alimentação de *Stizostedion vitreum*. Os autores observaram, em ambos os experimentos, que as médias diárias de oxigênio dissolvido foram maiores e as médias de nitrogênio amoniacal total (NH<sub>3</sub>-N) foram menores nos tratamentos que receberam maior número de refeições por dia.

Na produção de rãs, poucos estudos relataram a utilização de altas frequências, com menores intervalos de tempo entre as alimentações. Oliveira et al. (2009) forneceram da ração para rã-touro em intervalos de 30 minutos, com a distribuição da ração diretamente na água ou sobre comedouros. Sousa et al. (2010) utilizaram intervalos de uma hora para alimentação da rã-touro em tanque-rede. Castro et al. (2012) avaliaram diferentes frequências de alimentação (6, 24 e 46 refeições/dia)

sobre o desempenho produtivo de rã-touro em sistema inundado. Nesse estudo, a frequência de 6 refeições/dia, que é próximo ao utilizado nos ranários comerciais, apresentou os menores valores para os parâmetros de desempenho produtivo. Entretanto, com a utilização de alta frequência, 46 refeições/dia, foram observados melhores valores de crescimento e conversão alimentar aparente. Os autores ressaltaram 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 resultou em uma economia de 1.110 kg de ração para cada tonelada de rã produzida, aumentando a viabilidade econômica da ranicultura.

O conhecimento do período mais adequado para o fornecimento da ração é importante na determinação da melhor estratégia de manejo alimentar, com maior eficiência de produção. A rã-touro pode apresentar melhor desempenho produtivo quando alimentada durante o dia ou à noite, dependendo do sistema de produção utilizado, manejo alimentar adotado e de acordo com as variações de temperatura e taxa de alimentação. Castro et al. (2008) avaliaram o comportamento alimentar da rã-touro albina e observaram que, nas condições em que o experimento foi realizado, com temperatura controlada a 25°C, ração misturada com larvas de mosca e fornecida em comedouros pela manhã e no final da tarde, as rãs albinas não apresentaram comportamento alimentar noturno. De acordo com Casali (2010), o comportamento de rãs albinas e de pigmentação normal são muito similares, sendo a atividade de ingestão de alimento mais frequente ao amanhecer, quando alimentadas uma vez ao dia com ração e larvas de moscas, em horários diferentes entre 7 e 17h de forma aleatória.

Castro et al. (2011) avaliaram o efeito do período alimentar sobre o desempenho produtivo de rã-touro em baias inundadas. Nesse experimento a ração foi fornecida, diretamente na superfície da água, por meio de alimentadores automáticos na proporção de 2,5% do peso vivo, em intervalos de 7 minutos. Os melhores valores de crescimento foram observados quando a ração foi oferecida em um único período, somente de dia ou à noite, sendo o melhor valor de conversão alimentar aparente observado no período diurno. No período diurno/noturno o crescimento foi menor, devido às sobras de ração associado à baixa renovação de água nas baias do sistema inundado. Os autores concluíram que a rã-touro se

alimenta bem durante o dia e a noite, e que a alimentação noturna é mais uma opção de manejo alimentar.

### **Digestibilidade**

A determinação da digestibilidade tem sido uma das principais ferramentas para avaliar a qualidade de uma dieta ou ingrediente, indicando o seu valor nutricional, assim como dos níveis de nutrientes não digeridos, que irão compor a maior parte dos resíduos acumulados no meio aquático (FURUYA et al., 2001). Pode também ser utilizada para avaliar a eficiência do manejo alimentar. Alexandre (2010) avaliou diferentes frequências (6; 12 e 24 refeições/dia) e taxas de alimentação (4 e 8% do peso vivo) sobre a digestibilidade em *Pseudoplatystoma sp.* O autor observou melhora no coeficiente de digestibilidade aparente da proteína bruta, com alta taxa alimentar, à medida que aumentou a frequência de alimentação, concluindo que o manejo alimentar pode influenciar a digestibilidade. Zhou et al. (2003) observaram em carpa gibel, que maiores frequências (4; 12 e 24 refeições/dia) resultaram em aumento da digestibilidade aparente da proteína e energia, comparado as frequências de 2 e 3 refeições/dia, devido, possivelmente, a diminuição de alimento ingerido por refeição.

Em estudo com rã-touro em sistema inundado, Castro et al. (2012) observaram que as diferentes frequências alimentares testadas (6; 24 e 48 refeições/dia) não influenciaram a digestibilidade aparente da proteína e disponibilidade aparente de cálcio e fósforo. Os autores atribuíram esses resultados às baixas temperaturas ocorridas no período de avaliação da digestibilidade, o que pode ter interferido nos processos digestivos.

Nas avaliações de digestibilidade é comum o uso do óxido de cromo III ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ) como marcador inerte externo nas rações, sendo amplamente utilizado nos estudos de digestibilidade com peixes (HENKEN et al., 1985; PEZZATO et al., 2004; OLIVEIRA FILHO e FRACALOSSO, 2006; BISWAS et al., 2007; TIRIL e ALAGIL, 2009; YUAN et al., 2010), girinos e rãs (ALBINATI et al., 2000; SECCO et al., 2005; MOURIÑO e STÉFANI, 2006; OLIVEIRA et al., 2008). No entanto, a quantificação do  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  apresenta dificuldades, pois a mineralização das amostras 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 (SALEH et al., 2007).

A utilização da sílica ( $\text{SiO}_2$ ) como marcador interno, presente naturalmente nas rações, pode ser alternativa ao uso do  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  (SALEH et al., 2007). A extração do silício, que posteriormente é transformado em porcentagem de  $\text{SiO}_2$ , nas amostras de fezes e ração, é feita pelo método da extração ultra-sônica, que permite a eliminação da etapa de mineralização das amostras, reduz o tempo das determinações analíticas e não gera resíduos tóxicos (MORAES et al., 2009; NEVES et al., 2009).

A coleta de fezes em rã-touro pode ser feita de diversas maneiras. Mouriño e Stéfani (2006) testaram o método de coleta total das fezes; o método de coleta parcial das fezes usando indicador; o método de dissecação intestinal e o método por decantação de fezes com indicador, utilizando aquários para ensaios de nutrição com peixes. Segundo os autores todos os métodos de coleta de fezes testados são adequados para a realização de ensaios de digestibilidade com rãs.

Em estudo realizado por Castro et al. (2012), as fezes foram coletadas diretamente da cloaca, com auxílio de pipeta plástica, comprimindo o ventre das rãs. Esse método, segundo os autores, minimiza o problema de perdas de nutrientes, por não haver o contato das fezes com a água e reduz as contaminações por mucosa do intestino, por não se espremer o trato digestório como no método de dissecação. Os autores ainda destacaram que, 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, pois, de acordo com Reeder (1964), os anfíbios possuem o intestino grosso bem diferenciado do intestino delgado, apresentando uma válvula na transição dessas duas seções que previne o movimento retrógrado dos conteúdos do intestino.

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

Capítulo II - Policultivo de rãs e tilápias em tanque-rede com alta frequência alimentar. A redação deste capítulo foi realizada de acordo com as normas de publicação do periódico *Aquacultural Engineering*.

Capítulo III - Digestibilidade da ração e desempenho produtivo de rãs-touro criadas em tanques-rede alimentadas em diferentes períodos e alta frequência. A redação deste capítulo foi realizada de acordo com as normas de publicação do periódico *Aquaculture*.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGOSTINHO, C.A. et al. **Alimentador automático para peixes e organismos aquáticos em geral**. Brasil. PI10055363, 03 dez. 2010. INPI - Instituto Nacional da Propriedade Industrial.
- AGOSTINHO, C.A. et al. **Dispensador automático de ração**. Brasil. PI04036123, 23 ago. 2004. INPI - Instituto Nacional da Propriedade Industrial.
- AGOSTINHO, C.A. et al. Inovações no manejo alimentar de tilápias. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 21., 2011, Maceió. **Anais...** Maceió: Zootec, 2011. p.1-8.
- 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.
- ALBINATI, R.C.B. et al. Digestibilidade aparente de dois alimentos protéicos e três energéticos para girinos de rã touro (*Rana catesbeiana*, Shaw, 1802). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.2151-2156, 2000.
- ALEIXO, R.C.; LIMA, S.L.; AGOSTINHO, C.A. **Criação da mosca doméstica para suplementação alimentar de rãs**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1984. 11p. (Informe Técnico, 46).
- ALEXANDRE, J.S. **Taxa de alimentação e frequência alimentar para surubins criados em tanque de rede: desempenho produtivo e digestibilidade de proteína**. 2010, 51f. Dissertação (mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2010.
- 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.
- BEVERIDGE, M.C.M. **Cage aquaculture**. Oxford: Fishing News Books Ltd., 1996. 346p.
- BISWAS, A.K. et al. Comparison of apparent digestibility coefficient among replicates and different stocking density in red sea bream *Pagrus major*. **Fisheries Science**, v.73, p.19-26, 2007.

- BORGES, F.F., AMARAL, L.A., STÉFANI, M.V. Characterization of effluents from bullfrog (*Lithobates catesbeianus*, Shaw, 1802) grow-out ponds. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v.24, p.160-166, 2012.
- CASALI, A.P. **Atividades comportamentais e comportamento alimentar de rã-touro, *Lithobates catesbeianus* (Shaw, 1802), de pigmentação normal e albina em cativeiro**. 2010, 139f. Tese (Doutorado em Psicobiologia) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2010.
- CASALI, A.P. et al. Efeito da densidade de estocagem no desempenho de rã-touro (*Rana catesbeiana*) em recria. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, p.1828-1834, 2005.
- CASTRO, C.S. et al. Efeito do período de alimentação sobre o desempenho produtivo de rã-touro. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 48., 2011, Belém, PA. **Anais...** Belém: SBZ, 2011.
- CASTRO, C.S. et al. Feed digestibility and productive performance of bullfrogs fed in high and low frequency. **Aquaculture**, v.326-329, p.123-128, 2012.
- CASTRO, C.S. et al. Influência do fotoperíodo sobre o comportamento alimentar de rã albina. In: AQUACIÊNCIA, 2008, Maringá. **Anais...** Maringá: Aquaciência, 2008.
- CYRINO, J.E.P.; CONTE, L. **Fundamentos da criação de peixes em tanques-rede**. Piracicaba: Aqualu, 2000. 55p.
- FERREIRA, C.M.; PIMENTA, A.G.C.; PAIVA NETO, J.S. Introdução à ranicultura. **Boletim do Instituto de Pesca**, v.33, 2002, 15p.
- FIGUEIREDO, M.R.C. et al. Efeito da temperatura sobre o desempenho da rã-touro (*Rana Catesbeiana* Shaw, 1802). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, p.661-667, 1999.
- FONTANELLO, D.; ARRUDA SOARES, H.; REIS, J. M. Manejo alimentar de rãs. In: ENCONTRO NACIONAL DE RANICULTURA, 2., 1980, Jaboticabal, SP. **Anais...** Brasília: SUDEPE, 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.

- HAYASHI, C. et al. Desenvolvimento de girinos de rã-touro (*Rana catesbeiana*, Shaw, 1802) cultivados em diferentes densidades de estocagem em tanques-rede. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.1, p.14-20, 2004.
- HENKEN, A.M.; KLEINGELD, D.W.; TIJSSEN, P.A.T. The effect of feeding level on apparent digestibility of dietary dry matter, crude protein and gross energy in the African catfish *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822). **Aquaculture**, v.51, p.1-11, 1985.
- KUBITZA, F. **Tilápia: tecnologia e planejamento na produção comercial**. Jundiaí: Fernando Kubitza, 2000. 285p.
- KUNII, E.M.F. **Frequência alimentar e taxa de alimentação para Kinguio criado em hapa: desempenho produtivo e avaliação econômica**. 2010, 48f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2010.
- LEKANG, O. **Aquaculture engineering**. Oxford: Blackwell Publishing, 2007. 340p.
- LIMA, S.L. Sistema anfigranja. 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/ ABCR – Associação Brasileira de Criadores de Rãs, 1997, p.125-130.
- LIMA, S.L., AGOSTINHO, C.A. Ranicultura: técnicas e propostas para alimentação de rãs. In: ENCONTRO NACIONAL DE RANICULTURA, 4., 1984, Goiania. **Anais...** Goiania: Associação Goiana dos Criadores de Rãs, 1984, p.123-34.
- 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. 168p.
- MAZZONI, R. et al. Cría de ranas en “Sistema Inundado”, experiencias en ranarios comerciales. In: ENCONTRO NACIONAL DE RANICULTURA, 8., INTERNATIONAL MEETING ON FROG RESEARCH AND TECHNOLOGY, 1., 1995, Viçosa. **Anais...** Viçosa: ABETRA - Academia Brasileira de Estudos Técnicos em Ranicultura e UFV - Universidade Federal de Viçosa, 1995, p.121-122.
- 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/ ABCR – Associação Brasileira de Criadores de Rãs, 1997, p.151-160.
- MELLO, S.C.R.P. Sistema inundado de criação de rãs. Ensaio experimental. 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 biodisponível em rações de peixes utilizando extração assistida por ultra-som e espectrofotometria no visível. **Química Nova**, v.32, n.4, p.923-927, 2009.
- 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. et al. FAAS determination of metal nutrients in fish feed after ultrasound extraction. **Food Chemistry**, v.113, p.679-683, 2009.
- OLIVEIRA FILHO, P.R.C.; FRACALOSSO, 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. et al. Manejo alimentar com dispensador automático na criação de rã-touro. **Archivos de Zootecnia**, v.58, p.589-592, 2009.
- OLIVEIRA, F.A. **Taxas e intervalos de alimentação na produção de tilápia em tanque-rede com dispensador automático de ração**. 2007. 81f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2007.
- OLIVEIRA, G.A. Instalação de Ranário. In: ENCONTRO NACIONAL DE RANICULTURA, 3., 1983, Uberlândia. **Anais...** Uberlândia: UFU – Universidade Federal de Uberlândia, 1983, p.41-58.
- OLIVEIRA, L.C. **Altas frequências de arraçoamento nas fases iniciais da criação de tilápias em hapas**. 2010, 73f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2010.
- OLIVEIRA, M.M. et al. Silagem ácida de resíduos da filetagem de tilápias para girinos de rã-touro (*Rana catesbeiana* Shaw, 1802): Digestibilidade e desempenho. **Ciência e Agrotecnologia**, v.32, n.2, p.618-625, 2008.

- 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. 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.
- PINTO, C.S.R.M. et al. Produção de tilápias em tanques-rede em policultivo com camarões da malásia livres em viveiro escavado. **Pesquisa & Tecnologia**, v.9, n.2, 2012.
- RANÁRIO AURORA. **Cultura da rã-gigante touro, *Rana catesbeiana***. Rio de Janeiro: Ranário Aurora, 1938. 58p.
- REEDER, W.G. The digestive system. In: MOORE, J.A. (Ed). **Physiology of the amphibia**. New York: Academic Press, v.1, 1964, p.99-149.
- SALEH, M.A.D. et al. Determinação da biodisponibilidade de zinco em rações de peixes utilizando SiO<sub>2</sub> como marcador interno. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 44., 2007, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal, 2007.
- SCHNAITTACHER, G.; KING, W.; BERLINSKY, D.L. The effects of feeding frequency on growth of juvenile Atlantic halibut, *Hippoglossus hippoglossus* L. **Aquaculture International**, v.36, p.370-377, 2005.
- 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, N.R. Criação de rãs no sistema de confinamento. 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/ ABCR – Associação Brasileira de Criadores de Rãs, 1997, p. 131-132.

- SOUSA, R.M.R. et al. Productive performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fed at different frequencies and periods with automatic dispenser. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.64, n.1, p.192-197, 2012.
- SOUSA, R.M.R. et al. Recria de rã-touro (*Rana catesbeiana*) em tanques-rede alojados em viveiros de tilápia. **Archivos de Zootecnia**, v.59, p.31-38, 2010.
- 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.
- VEGA, R. et al. Effect of feeding frequency on growth and survival of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) farmed at Lautaro Fish Farming Experimental Station, Chile. **Abstracts /Aquaculture**, v.124, p.291, 1994.
- WIRZ, R.R.; FONTANELLO, D.; FERREIRA, C.M. Características e contribuições técnicas dos sistemas tanque-ilha e gaiolas à ranicultura. In: ENCONTRO NACIONAL DE RANICULTURA, 8., INTERNATIONAL MEETING ON FROG RESEARCH AND TECHNOLOGY, 1., 1995. Viçosa. **Anais...** Viçosa: ABETRA – Academia Brasileira de Estudos Técnicos em Ranicultura e UFV – Universidade Federal de Viçosa, 1995, p. 223-232.
- YUAN, Y. et al. Effects of feeding levels on growth performance, feed utilization, body composition and apparent digestibility coefficients of nutrients for juvenile Chinese sucker, *Myxocyprinus asiaticus*. **Aquaculture Research**, v.41, n.7, p.1030-1042, 2010.
- ZHOU, Z. et al. Effect of feeding frequency on growth, feed utilization, and size variation of juvenile gibel carp (*Carassius auratus gibelio*). **Journal of Applied Ichthyology**, v.19, p.244-249, 2003.
- ZIMMERMANN, S.; FITZSIMMONS, K. Tilapicultura intensiva. In: CYRINO, J.E.P. et al. (Ed.). **Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva**. São Paulo: Aquabio, v.1, p.239-266, 2004.
- ZIMMERMANN, S.; NEW, M.B. Grow-out systems polyculture and integrated culture. In: NEW, M.B.; VALENTI, W.C. **Sustainability of freshwater prawn culture. Freshwater Prawn Culture: The Farming of Macrobrachium rosenbergii**. London: Blackwell Science, p. 187-202, 2000.

**CAPÍTULO II**  
**POLICULTIVO DE RÃS E TILÁPIAS EM TANQUE-REDE COM ALTA**  
**FREQUÊNCIA ALIMENTAR**

### **Policultivo de rãs e tilápias em tanque-rede com alta frequência alimentar**

**RESUMO:** Baias de criação de rãs para policultivo com tilápias em tanque-rede foram desenvolvidas neste experimento. O desempenho produtivo das rãs e do policultivo de rãs e tilápias foi avaliada em 12 baias de 0,7x0,7x0,15m (0,5m<sup>2</sup>) confeccionadas em polipropileno e piso de tela, instaladas dentro de 12 tanques-rede de 1x1x1m distribuídos linearmente em um viveiro de 2000m<sup>2</sup> com 5% de renovação de água. Em cada baia foram distribuídas 43 rãs-touro (*Lithobates catesbeianus*) com 78,6±15,7g; e em cada tanque-rede 30 alevinos de tilápia (*Oreochromis niloticus*) com 17,1±5,4g. Três frequências alimentares foram testadas (24; 48 e 96 refeições/dia), com ração comercial extrudada para peixe carnívoro e fornecida por meio de alimentadores automáticos controlados por CLP (controlador lógico programável), que corrigiu diariamente a quantidade de ração com base na estimativa do ganho de peso diário das rãs. As tilápias se alimentaram somente das sobras, pois a ração foi fornecida apenas para as rãs. O experimento teve duração de 120 dias, correspondendo ao outono e inverno, com temperatura média da água de 19,0±1,2°C. Ao final do experimento, os valores médios de conversão alimentar aparente (CAA) das rãs foram de 2,46; 2,43 e 2,11 para as frequências de 24, 48 e 96 refeições/dia, respectivamente; e considerando todo o sistema de criação, rãs e tilápias em conjunto, esses valores foram de 1,55; 1,52 e 1,33 para as mesmas frequências, respectivamente. Os resultados indicaram que o uso de alta frequência alimentar (96 refeições/dia) melhorou a CAA na produção de rãs com, conseqüente, diminuição dos desperdícios de ração. O sistema de criação de rãs em tanque-rede foi eficiente, pois as rãs cresceram no inverno e atingiram peso de abate, média de 334,8g, com sobrevivência superior a 92%. O policultivo de rãs e tilápias reduziu o impacto das sobras de ração sobre o ambiente aquático, demonstrando que é possível produzir rãs em tanques-rede com sustentabilidade.

Palavras chave: alimentação automática, *Lithobates catesbeianus*, manejo alimentar, *Oreochromis niloticus*, sustentabilidade

### **Polyculture of bullfrogs and tilapias in cage with high feeding frequency**

**ABSTRACT:** Frog rearing pens for polyculture with tilapias in cages were developed in this experiment. The frogs productive performance and the polyculture of tilapias and frogs was evaluated in 12 pens of 0.7x0.7x0.15m, made of polypropylene with screened floor, installed within 12 cages of 1x1x1m distributed linearly in one pond of 2000m<sup>2</sup> with 5% water renewal. It was distributed 43 bullfrogs (*Lithobates catesbeianus*) with 78.6±15.7g in each pen, and in each cage, 30 tilapias (*Oreochromis niloticus*) with 17.1±5.4g. Three feeding frequencies were tested (24, 48 and 96 meals/day), with commercial extruded diet for carnivorous fish and supplied with automatic feeders controlled by PLC (programmable logic controller), which corrected the amount of feed daily, based on estimate of daily weight gain. Tilapias fed only with leftovers, the feed was supplied only to frogs. The experiment lasted 120 days, during autumn and winter, with an average water temperature of 19.0±1.2° C. At the end of the experiment, frogs average feed conversion rate (FCR) was 2.46, 2.43 and 2.11 for feeding frequencies 24, 48 and 96 meals/day, respectively; and, considering whole the system, frogs and tilapia together, these values were 1.55, 1.52 and 1.33 for same feeding frequencies, respectively. The results indicate that high feeding frequencies (96 meals/day) improved the FCR for frogs production, with consequent reduction feed waste. The production of bullfrogs in cages was efficient, because frogs grew up during winter and they reached slaughter weight, average 334.8 g, with survival greater than 92%. The polyculture of frogs and tilapias reduced the impact of feed leftover on the aquatic environment, showing that is possible to produce bullfrogs in cages with sustainability.

Keywords: automatic feeding, feed management, *Lithobates catesbeianus*, *Oreochromis niloticus*, sustainability

## 1. INTRODUÇÃO

A ranicultura no Brasil teve início na década de trinta, com a introdução da rã-touro (*Lithobates catesbeianus*) no Rio de Janeiro, a qual se adaptou perfeitamente às condições climáticas do país, demonstrando elevado potencial produtivo (Ferreira et al., 2002). Desde o início da sua introdução, diversos sistemas de produção foram desenvolvidos, entretanto, ainda não existe padronização dos mesmos nas diferentes fases da produção dessa espécie, como acontece em outras áreas da produção animal como a avicultura e a suinocultura. Alguns desafios relacionados à instalação para rã-touro ainda precisam ser superados, principalmente com relação à qualidade da água nas baias de criação.

Os sistemas de produção inundado (Mazzoni et al., 1995; Mazzoni, 1997; Mello, 2001), confinamento (Oliveira, 1983; Silva, 1997) e anfigranja (Lima e Agostinho, 1992; 1995) são os mais utilizados pelos ranicultores brasileiros. Em todos estes sistemas o volume de água é pequeno, insuficiente para manter a estabilidade térmica nas baias; e a baixa renovação prejudica a qualidade da água. Outro fator que influencia a eficiência dos sistemas de criação de rãs é a oferta de alimento (Sousa et al., 2010). Em sistemas inundados é comum o fornecimento da ração poucas 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, com o movimento das rãs, tornando-se inacessível (Castro et al., 2012), e nos sistemas de confinamento e anfigranja a ração é fornecida uma vez ao dia, perdendo qualidade com o tempo (Sousa et al., 2010).

A criação de rãs em tanque-rede pode ser solução para os problemas relacionados à qualidade da água. O tanque-rede, na criação de peixes, permite alta densidade de estocagem e apresenta fluxo contínuo de água, com a remoção rápida e constante dos metabólitos e dejetos produzidos pela espécie cultivada (Cyrino e Conte, 2000; Zimmermann e Fitzsimmons, 2004). Possibilita também o aproveitamento de recursos aquáticos já disponíveis (Ono e Kubitzka, 2003) e permite o cultivo de diferentes espécies em um mesmo corpo d'água (Kubitzka, 2000).

A criação simultânea de duas ou mais espécies aquáticas em um mesmo corpo d'água, utilizando organismos com diferentes hábitos alimentares e distribuição

espacial, é denominado de policultivo (Zimmermann e New, 2000). A tilápia é uma espécie com potencial produtivo para policultivo com rãs em tanque-rede, se alimentando das sobras de ração (Sousa et al., 2010), e reduzindo o impacto dos resíduos da produção da rã-touro sobre o ambiente aquático.

Medidas que aperfeiçoem o manejo alimentar são importantes para maximizar o crescimento, melhorar a conversão alimentar e reduzir os desperdícios de alimento (Schnaittacher et al., 2005). A ração quando liberada diretamente na água, por meio de alimentadores automáticos e em pequenos intervalos de tempo, oferece estímulo suficiente para que as rãs capturem o alimento (Oliveira et al., 2009). O fornecimento diário da ração em pequenas porções em alta frequência melhora o crescimento e a conversão alimentar na produção de rãs (Oliveira et al., 2009; Castro et al., 2012), e na produção de peixes alguns estudos relataram melhora na sobrevivência (Vega et al., 1994), no crescimento e eficiência alimentar (Zhou et al., 2003), com redução dos desperdícios de alimento (Sousa et al., 2012) e melhora da qualidade da água (Phillips et al., 1998).

A criação de rãs em tanque-rede, juntamente com a automação da alimentação, poderá proporcionar avanço no manejo alimentar e no sistema de produção da rã-touro. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência da produção de rãs-touro em tanque-rede com alta frequência alimentar, e avaliar o desempenho produtivo do policultivo de rãs e tilápias nesse sistema de produção.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1. Descrição do sistema de criação**

Baias experimentais para criação de rãs em policultivo com tilápias em tanque-rede foram desenvolvidas, nas dimensões de 0,70x0,70x0,15m. A tampa e as laterais das baias foram confeccionadas em polipropileno na cor branca com espessura de 4 e 8mm, respectivamente. Na extremidade posterior da tampa foi feita uma abertura onde foi acoplado um alimentador automático (Agostinho et al., 2010). A tampa era móvel na sua extremidade anterior, permitindo sua abertura e fechamento quando necessário. As laterais foram totalmente fechadas, para conter a ração e para o melhor conforto aos

animais. O piso da baia foi confeccionado com tela metálica de ½” (12mm) revestida com PVC. O piso de tela permitiu a saída os dejetos e restos de ração, mantendo a qualidade da água dentro da baia.

Dentro de cada baia de polipropileno foi colocado um abrigo, confeccionado em madeira e placas de PVC, nas dimensões de 0,65x0,29x0,10m, que possibilitava a saída das rãs para uma superfície seca para a termorregulação corporal.

As baias de polipropileno, para criação das rãs, foram dispostas dentro de tanques-rede de 1x1x1m (1m<sup>3</sup>), confeccionados com malha de tela metálica revestida com PVC, e distribuídos linearmente em um viveiro de 2.000m<sup>2</sup> com profundidade máxima de três metros e renovação de água de 5%. As baias foram instaladas, fixadas nas laterais do tanque-rede, de forma que a lâmina de água em seu interior não ultrapassasse 8 cm. A figura 1 ilustra os detalhes do sistema de criação de rãs-touro e tilápias em tanques-rede utilizado nesse experimento.

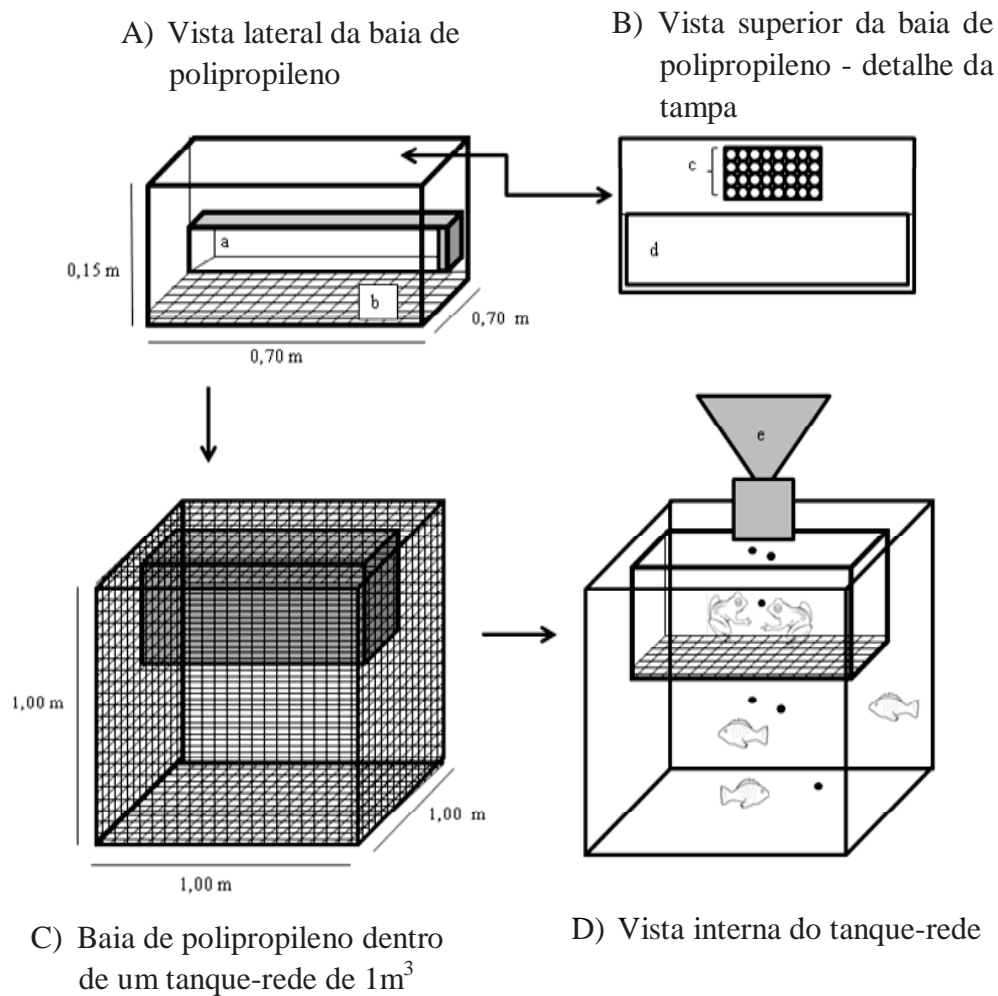
## 2.2. Descrição do sistema de alimentação automática

Um programa para controle da oferta de alimento foi desenvolvido para ser usado neste experimento. O sistema de automação foi composto por três CLP (Controlador Lógico Programável) da marca Dexter mDX201, com oito entradas analógicas e uma expansão para oito saídas que acionaram reles de estado sólido e controlaram o fluxo de energia para os alimentadores automáticos instalados sobre as baias de criação de rãs.

A quantidade de animais por baia, a capacidade do alimentador automático e as demais características da programação, como horário de alimentação e frequência alimentar, foram informados ao CLP no início do experimento, por meio de um teclado virtual em uma Interface Homem Máquina, e no início de cada mês do experimento foi informado ao CLP o peso médio dos animais em cada tratamento, obtido por pesagens amostrais.

O controlador foi programado para fornecer a ração de acordo com o peso médio dos animais, na proporção de 3% do peso vivo, nos três primeiros meses de experimento, e 2% do peso vivo no último mês do experimento. O CLP corrigiu diariamente o peso médio das rãs, com base no ganho de peso diário estimado pela conversão alimentar esperada (consultada na literatura), portanto, a quantidade de ração

fornecida foi corrigida diariamente. Nos três primeiros meses de experimento foi utilizada, na programação do CLP, uma conversão alimentar esperada de 1,5 (Oliveira et al., 2009), e no último mês 2,0 (Castro et al., 2012).



**Figura 1.** Sistema de criação de rãs e tilápias em tanque-rede. (a) Abrigo; (b) Fundo de tela metálica; (c) Abertura para acoplar o alimentador automático; (d) Tampa móvel, para abertura e fechamento da baia quando necessário; (e) Alimentador automático.

### 2.3. Período de adaptação

Rãs-touro (*Lithobates catesbeianus*), com peso médio inicial de  $36,6 \pm 3,9$ g, foram distribuídas em 12 baias de polipropileno na densidade de aproximadamente 88 rãs/m<sup>2</sup>. Os animais foram alimentados manualmente, duas vezes ao dia, com ração comercial extrudada para peixes carnívoros, na proporção de 5% do peso vivo. A mesma ração foi utilizada durante o período experimental. Ao final dos 30 dias de adaptação as rãs foram pesadas individualmente, classificadas e distribuídas, novamente, nas baias para as avaliações do manejo alimentar, com diferentes frequências alimentares.

### 2.4. Delineamento experimental

Três frequências alimentares foram testadas (24, 48 e 96 refeições/dia), em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições por tratamento. As rãs foram alimentadas diariamente com ração comercial extrudada para peixe carnívoro, contendo 40% de proteína bruta, 8% extrato etéreo, 10% umidade, 6% fibra bruta, 1,6% cálcio e 0,8% fósforo, fornecida das 6 às 18h. Nos tratamentos com 24 refeições/dia a ração foi distribuída em intervalos de 30 minutos, com 48 refeições/dia em intervalos de 15 minutos e com 96 refeições/dia em intervalos de 7,5 minutos.

Rãs-touro, com peso médio inicial de  $78,6 \pm 15,7$ g, foram distribuídas em 12 baias de polipropileno na densidade de aproximadamente 88 rãs/m<sup>2</sup> (43 rãs/baia). Todas as rãs, em cada unidade experimental, foram pesadas individualmente no início e final do experimento. O experimento teve duração de 120 dias, correspondendo ao outono e inverno.

Em cada tanque-rede foram distribuídos 30 alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) com peso médio inicial de  $17,1 \pm 5,4$ g. Todas as tilápias, em cada unidade experimental, foram pesadas individualmente no início e no final do experimento. A ração foi fornecida somente para as rãs e, desta forma, as tilápias alojadas dentro dos tanques-rede se alimentaram somente do que não foi consumido pelas rãs.

O desempenho produtivo dos animais foi avaliado com base nos seguintes índices zootécnicos: peso total (PT), peso médio (PM), ganho de peso médio (GPM), ganho de peso diário (GPD = GPM/dias de cultivo) e conversão alimentar aparente (CAA = total de ração fornecida/ganho de peso). As mortalidades foram registradas diariamente para avaliação da sobrevivência ( $S = [\text{total de animais final} / \text{total de animais inicial}] \times 100$ ).

## 2.5. Monitoramento da água

Durante o experimento foram monitorados semanalmente o oxigênio dissolvido e pH da água do viveiro, em três pontos distintos conforme a posição da fonte de renovação de água. A temperatura da água do viveiro e a temperatura do ar dentro da baia de polipropileno foram monitoradas diariamente, a cada 15 minutos, por meio de datalogger.

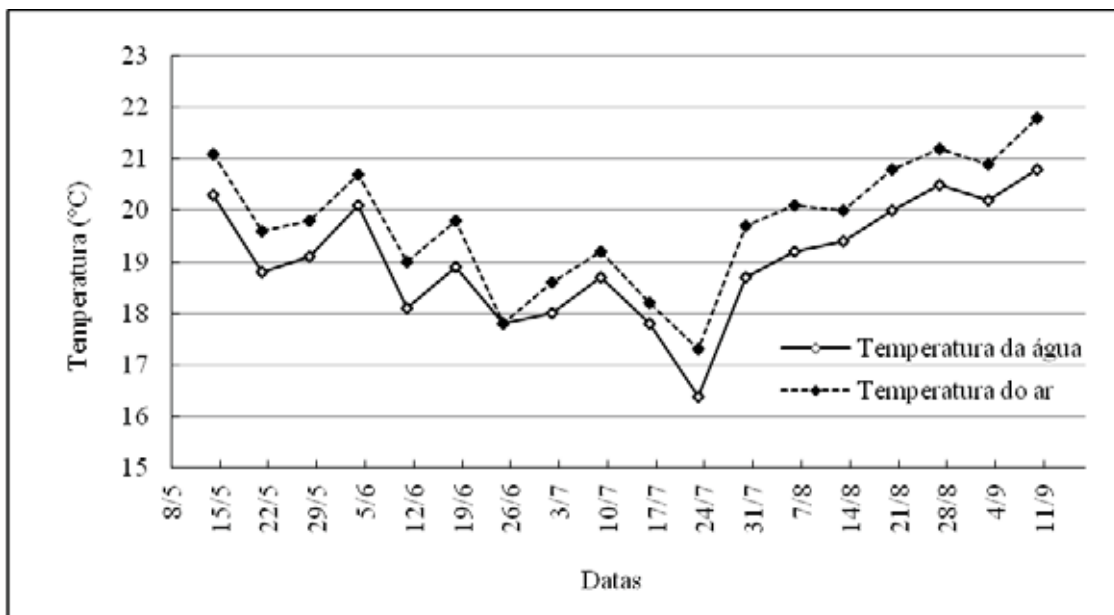
## 2.6. Análise estatística

Os dados de desempenho produtivo foram submetidos à análise de variância utilizando o Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas - SAEG, e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

### 3. RESULTADOS

#### 3.1. Temperatura, oxigênio e pH

Os valores médios semanais de temperatura da água e do ar, monitoradas a cada 15 minutos durante o experimento, estão representados na Figura 2. A temperatura média da água durante toda a fase experimental variou de 16,4 a 20,8°C, com média geral de  $19,0 \pm 1,2^\circ\text{C}$ ; e a temperatura média do ar variou de 17,3 a 21,8°C, com média geral de  $19,8 \pm 1,2^\circ\text{C}$ . Durante o experimento foram registrados valores médios de pH e oxigênio dissolvido de  $7,0 \pm 0,4$  e  $4,6 \pm 0,8$  mg/L, respectivamente.



**Figura 2.** Médias semanais de temperatura da água e do ar monitorados durante os 120 dias de experimento.

### 3.2. Desempenho produtivo e sobrevivência

#### 3.2.1. Período de Adaptação

Ao final dos 30 dias de adaptação as rãs apresentaram peso médio de 80,9g, com ganho de peso médio de 44,4g, ganho de peso diário de 1,48g e conversão alimentar aparente de 1,84. A sobrevivência durante este período foi de 94,57%.

#### 3.2.2. Avaliação da frequência alimentar

##### 3.2.2.1. Rãs-touro

Os índices zootécnicos obtidos ao final dos 120 dias de experimento estão representados na Tabela 1. Não houve diferença ( $P>0,05$ ), para as rãs alimentadas com as diferentes frequências alimentares, sobre os valores de peso total, peso médio, ganho de peso médio e ganho de peso diário. O melhor valor ( $P<0,05$ ) de conversão alimentar aparente foi observado nas rãs alimentadas na maior frequência (96 refeições/dia).

Tabela 1. Valores médios de peso total (PT), peso médio (PM), ganho de peso médio (GPM), ganho de peso diário, conversão alimentar aparente (CAA) e sobrevivência (S) de rãs-touro em tanque-rede com diferentes frequências alimentares durante 120 dias.

Frequência alimentar (refeições/dia)	Rãs-touro					
	PT (kg)	PM (g)	GPM (g)	GPD (g)	CAA	S (%)
24	12,85	327,69	249,31	2,08	2,46 b	93,60
48	12,99	341,63	266,87	2,22	2,43 b	92,23
96	13,52	335,09	256,32	2,13	2,11 a	97,65
Média	13,12	334,80	257,50	2,14	2,33	94,49
CV* (%)	6,74	6,83	4,23	4,23	5,70	4,04

a, b Médias seguidas de letras distintas nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P<0,05$ ); \*CV = coeficiente de variação.

### 3.2.2.2. Tilápias do Nilo

As diferentes frequências alimentares não influenciaram o desempenho produtivo das tilápias. Não houve diferença ( $P>0,05$ ) entre os tratamentos para os valores de peso total, peso médio, ganho de peso médio e ganho de peso diário (Tabela 2). A sobrevivência em todos os tratamentos foi de 100%.

Tabela 2. Valores médios de peso total (PT), peso médio (PM), ganho de peso médio (GPM) e ganho de peso diário (GPD) de tilápias em tanque-rede, criadas em conjunto com rãs-touro, alimentadas somente das sobras de ração fornecidas para as rãs-touro em diferentes frequências alimentares durante 120 dias.

Frequência alimentar (refeições/dia)	Tilápias			
	PT (kg)	PM (g)	GPM (g)	GPD (g)
24	5,97	199,00	176,52	1,47
48	6,27	209,00	184,63	1,54
96	6,37	212,33	188,50	1,57
Média	6,20	206,78	183,22	1,53
CV* (%)	5,16	5,50	6,04	6,04

\*CV = coeficiente de variação.

### 3.2.2.3. Policultivo de rãs-touro e tilápias do Nilo

Os valores médios de peso total e conversão alimentar aparente do policultivo de rãs e tilápias estão representados na Tabela 3. Não houve diferença ( $P>0,05$ ) entre as frequências alimentares sobre os valores de peso total. A conversão alimentar aparente foi melhor ( $P<0,05$ ) nos animais alimentados com frequência de 96 refeições/dia.

Tabela 3. Valores médios de peso total (PT) e conversão alimentar aparente (CAA) do policultivo de rãs-touro e tilápias do Nilo em tanque-rede com diferentes frequências alimentares durante 120 dias.

Frequência alimentar (refeições/dia)	Rãs + Tilápias	
	PT (kg)	CAA
24	18,82	1,55 b
48	19,26	1,52 b
96	19,89	1,33 a
Média	19,32	1,47
CV* (%)	4,03	3,47

a,b Médias seguidas de letras distintas nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ); CV = coeficiente de variação

### 3.3. Avaliação do sistema de alimentação automática

Na Tabela 4 está representada uma simulação de 30 dias, considerando uma baia com 43 rãs, do manejo alimentar utilizando CLP, com a correção diária da quantidade de ração fornecida de acordo com o ganho de peso diário das rãs, e do manejo alimentar convencional, sem nenhum ajuste conforme o crescimento dos animais. A quantidade de ração fornecida, ao final dos 30 dias, foi maior com a utilização do manejo alimentar com CLP, comparado ao manejo convencional.

Tabela 4. Simulação de 30 dias, considerando uma baia com 43 rãs, do manejo alimentar utilizando CLP (controlador lógico programável), e do manejo alimentar convencional.

Dias	Manejo com CLP					Manejo convencional		
	PM (g)	TxA (%)	CA	GPD (g)	Ração (g)	PM (g)	TxA (%)	Ração (g)
1	79,00	3	1,5	1,58	101,9	79,00	3	101,9
2	80,58	3	1,5	1,61	103,9	79,00	3	101,9
3	82,19	3	1,5	1,64	106,0	79,00	3	101,9
4	83,84	3	1,5	1,68	108,1	79,00	3	101,9
5	85,51	3	1,5	1,71	110,3	79,00	3	101,9
30	143,10	3	1,5	2,86	184,6	79,00	3	101,9
Total de ração					4318,9			3057,0

PM = peso médio; TxA = taxa de alimentação; CA = conversão alimentar; GPD = ganho de peso diário.

De acordo com a programação do CLP, ao final dos 120 dias de experimento o peso médio das rãs seria de aproximadamente 355g, valor previsto por simulação considerando os seguintes dados: peso médio inicial de 79,0g, 43 animais por baia, conversão alimentar de 1,5 nos três primeiros meses de experimento e de 2,0 no último mês, com taxa de alimentação de 3% do peso vivo nos três primeiros meses e de 2% do peso vivo no último mês do experimento. É importante destacar que também foi informado ao CLP o peso médio das rãs, obtido por pesagens amostrais, no início de cada mês do experimento. O peso médio real das rãs no final dos 120 dias, independente da frequência alimentar, foi de 334,8g (Tabela 1).

## 4. DISCUSSÃO

### 4.1. Temperatura, oxigênio e pH

O desenvolvimento da rã-touro está diretamente relacionado com a temperatura do ambiente de criação, que influencia o ganho de peso, crescimento, consumo de alimento e conversão alimentar (Figueiredo et al., 2001). A faixa ideal de temperatura para criação da rã-touro está entre 25 e 30°C (Braga e Lima, 2001), portanto, os valores de temperatura da água e do ar observados durante o experimento estavam abaixo do recomendado para a produção dessa espécie. Apesar das baixas temperaturas houve resultados satisfatórios de ganho de peso, provavelmente devido à estabilidade térmica da água do viveiro onde foram instalados os tanques-rede, e também pela presença dos abrigos dentro das baias de criação, que permitiu os processos de termorregulação das rãs, já que as temperaturas do ar foram maiores comparadas as da água (Figura 2). Segundo Braga e Lima (2001), os anfíbios, assim como muitos outros organismos, compensam parcialmente as mudanças térmicas do ambiente por meio da aclimatação, que provoca vários ajustes bioquímicos e fisiológicos.

Os valores de pH e de oxigênio dissolvido monitorados durante o experimento encontraram-se dentro do recomendado para a produção de tilápias, e a temperatura da água esteve abaixo do ideal para o cultivo dessa espécie. A tilápia apresenta conforto térmico entre 27 a 32°C, e o pH da água deve ser mantido entre 6,0 e 8,5 (Kubitza, 2000). Segundo Barbosa (2007), para o bom desenvolvimento das tilápias, são requeridos níveis mínimos de 2 mg/L de oxigênio dissolvido, sendo o ideal acima de 5mg/L.

### 4.2. Período de adaptação

No início do período de adaptação as baias de polipropileno ainda não possuíam abrigo, e por meio de observações diárias foi verificada a necessidade dessa estrutura para conforto e proteção às rãs, mostrando a importância da adaptação antes de dar início à fase experimental. O crescimento das rãs nesse período e a alta taxa de sobrevivência demonstrou que a criação de rãs em tanques-rede pode ser iniciada com

animais de peso médio a partir de 36g, aproximadamente. O ganho de peso diário de 1,48g foi menor comparado ao período experimental, que apresentou média de 2,14g (Tabela 1), entretanto, é importante considerar que no período de adaptação as rãs foram alimentadas em baixa frequência, apenas duas vezes ao dia, e de acordo com Castro et al. (2012) as rãs-touro apresentam melhor crescimento quando alimentadas em alta frequência.

#### 4.3. Desempenho produtivo da rã-touro

Entre os índices zootécnicos avaliados, apenas a conversão alimentar aparente (CAA) foi influenciada pelas diferentes frequências alimentares, sendo este um dos principais parâmetros para avaliar a eficiência de um sistema de produção. A conversão alimentar indica a quantidade de alimento gasta pelas rãs para obtenção do incremento no peso (Lima e Agostinho, 1992) e, melhorias nesses valores representa redução nos custos de produção, que se deve principalmente aos ajustes efetuados no manejo de rotina com a correta oferta de alimento (Lima et al., 2003). No presente trabalho, a CAA foi melhor com as rãs alimentadas na maior frequência (96 refeições/dia), concordando com os resultados obtidos por Castro et al. (2012), que observaram melhor valor de CAA nas rãs-touro alimentadas com a maior frequência alimentar (46 refeições/dia), comparado a frequência de 6 refeições/dia, que é próximo ao utilizado nos ranários comerciais. Segundo os autores, na ranicultura, assim como em outras criações, a ração onera o custo de produção, e melhorar a conversão alimentar significa ganhos econômicos para o produtor, além de contribuir para minimizar os impactos ao ambiente aquático.

A temperatura do ambiente, a alimentação e os demais manejos físicos são variáveis importantes, sendo específicos para cada região e criador, resultando em diferentes desempenhos, dificultando comparações entre os sistemas de criação de rãs (Fontanello et al., 1993). Em ranários comerciais que utilizam o sistema anfigranja, a conversão alimentar média das rãs pode variar de 0,9 a 2,5 e o ganho de peso diário de 0,4 a 2,2g (Lima et al., 2003), e em sistemas inundados a conversão alimentar pode variar de 1,2 a 2,5 e o ganho de peso diário de 1,1 a 2,2g (Mazzoni, 1997; Castro et al., 2012; Mello, 2000), dependendo da fase de criação das rãs.

Os valores médios de CAA, das rãs criadas em tanques-rede, para as frequências de 24; 48 e 96 refeições/dia foram de 2,46; 2,43 e 2,11, respectivamente. As baixas temperaturas da água e do ar ocorridas durante o período experimental e o excesso de ração fornecida devido à alta taxa de alimentação, 3% do peso vivo para o inverno e corrigida diariamente por CLP, podem ter interferido na CAA com valores mais altos que os observados por Oliveira et al. (2009) e Castro et al. (2012) na produção de rã-touro.

O ganho de peso das rãs criadas em tanque-rede foi satisfatório, para o outono e inverno, com ganho de peso diário de 2,14g, demonstrando que, para este experimento, a temperatura foi importante, mas não foi o fator principal que determinou o crescimento das rãs. A renovação contínua de água do sistema de produção em tanque-rede pode ter contribuído para os bons resultados de desempenho produtivo da rã-touro, pois manteve a qualidade da água dentro das baias de polipropileno durante todo o experimento. Nesse sistema de produção de rãs os resíduos se dispersam com rapidez, não mantendo a água concentrada em resíduos orgânicos em contato direto com as rãs, como acontece na maioria dos ranários.

Em sistemas de produção de rãs onde a ração é fornecida diretamente na água, alguns problemas relacionados à qualidade da água podem ocorrer, interferindo diretamente no desempenho produtivo dos animais. Segundo Pereira e Mercante (2005), é de fundamental importância controlar de maneira adequada o fluxo de água, assim como a quantidade e a qualidade de alimento fornecido aos animais. Em sistemas inundados, as baias de criação de rãs apresentam pequeno volume de água, e a limpeza é realizada apenas uma vez ao dia; essas características associadas ao manejo alimentar normalmente utilizados pelos ranicultores nesse sistema de produção, com o fornecimento da ração poucas vezes ao dia e em grandes quantidades, comprometem a qualidade da água dentro das baias (Castro et al., 2012). A alta concentração e nutrientes e matéria orgânica provenientes de ração não consumida, excretas e peles criam ambiente favorável para o crescimento de bactérias patogênicas (Borges et al., 2012). No sistema de produção de rãs em tanque-rede, por serem instalados em viveiros com grande volume e renovação de água, não há a necessidade de limpeza diária das instalações, como ocorre na maioria dos sistemas de criação de rãs, pois as sobras de ração e os metabólitos produzidos são removidos pela constante circulação da água

dentro das baias, contribuindo para a manutenção da qualidade da água, além de reduzir os custos com mão de obra. O fornecimento da ração em alta frequência nesse sistema de produção também contribui para manter a qualidade da água de cultivo, garantindo eficiência na produção. Segundo Phillips et al. (1998), múltiplas alimentações por dia podem ser usadas para melhorar a qualidade da água em cultivos intensivos. Os autores observaram maiores médias de oxigênio dissolvido e menores médias de nitrogênio amoniacal nos tratamentos com maior número de refeições por dia na alimentação de peixes.

Sousa et al. (2010) criaram rãs-touro em tanque-rede no período de inverno, com temperatura média da água de 18,1°C, e observaram valor médio de GPD de 0,56g, utilizando baixa densidade de estocagem (28 rãs/m<sup>2</sup>) e fornecimento da ração de hora em hora por meio de alimentadores automáticos. O resultado de GPD obtido no presente estudo, superior ao observado por Sousa et al. (2010), se deve principalmente as características das instalações utilizadas para criação das rãs, baias com tampa e laterais fechados, que proporcionaram melhor conforto aos animais, pois podem amenizar os efeitos das baixas temperaturas do ar durante os meses de avaliação do experimento, outono e inverno, e também por terem sido instalados em um viveiro com pouca variação de temperatura do dia para a noite devido ao grande volume de água.

No presente estudo, o sistema de produção de rãs em tanque-rede foi eficiente, pois as rãs com peso médio inicial de aproximadamente 36g cresceram atingindo peso de abate, média de 334,8g, em 150 dias com sobrevivência superior a 92%. O crescimento satisfatório das rãs-touro no período de outono e inverno (temperatura média da água de 16,4 a 20,8°C) também indica a eficiência desse sistema de produção, pois este é o período de maior dificuldade de produção de rã-touro, devido às baixas temperaturas que interferem no consumo de alimento e no crescimento dos animais.

#### 4.3. Desempenho produtivo do policultivo de rãs-touro e tilápias do Nilo

O crescimento das tilápias demonstrou que as mesmas consumiram as sobras de ração das rãs-touro, reduzindo os resíduos orgânicos lançados no ambiente aquático. Na ranicultura os níveis de nutrientes dissolvidos na água, assim como as concentrações de amônia e fósforo, provenientes de restos de ração, peles e excretas podem acelerar o

processo de eutrofização do corpo d'água receptor (Borges et al., 2012). Portanto, o policultivo de rãs e tilápias em tanque-rede contribui para a sustentabilidade da produção da rã-touro.

Apenas para a criação das rãs, utilizando a frequência de 96 refeições/dia, o valor médio de CAA foi de 2,11, e considerando todo o sistema de criação, rãs e tilápias, esse valor foi de 1,33, resultando em um aproveitamento pelas tilápias de 78kg de ração para cada 100kg de rã produzida, que seria lançado no ambiente como sobras de ração da produção da rã-touro. Resultados semelhantes, relacionados ao aproveitamento das sobras de ração, são observados na criação conjunta de tilápias e camarões. Essas duas espécies podem ser criadas livres em um mesmo viveiro (Santos e Valenti, 2002; Bessa Junior et al., 2012) ou com as tilápias confinadas em tanques-rede e os camarões livres no viveiro (Danaher et al., 2007; Tidwell et al., 2010). Nessas duas formas de produção os camarões se alimentam das sobras da ração fornecida às tilápias e dos organismos que proliferam no fundo do viveiro, melhorando consideravelmente a qualidade da água (Pinto et al., 2012). Como demonstrado no presente estudo, as rãs podem ser criadas em conjunto com tilápias em um mesmo tanque-rede ou, como observado por Sousa et al. (2010), podem ser criadas em tanques-rede com as tilápias livres no viveiro.

#### 4.5. Avaliação do sistema de alimentação automática

No manejo alimentar convencional de rãs, independente do sistema de criação, é comum o fornecimento da ração com taxa de alimentação baseada no peso vivo sem a correção diária da quantidade fornecida conforme o crescimento dos animais, portanto, no início da criação é aplicada uma determinada taxa de alimentação sobre o peso médio inicial das rãs, que é corrigido apenas no final de cada mês, quando geralmente é feita a pesagem dos animais. No presente trabalho o manejo alimentar foi diferenciado, com controle da alimentação feita por CLP (controlador lógico programável), que corrigiu diariamente a quantidade de ração baseada na estimativa do ganho de peso diário das rãs.

O peso médio real das rãs no final dos 120 dias, independente da frequência alimentar, foi de 334,8 g (Tabela 1), diferindo do valor previsto por simulação, que foi de aproximadamente 355g ao final do experimento. A superestimação do ganho de peso

resultante da simulação indica que poderiam ser usadas menores taxas de alimentação durante o inverno, o que aproximaria o valor teórico do resultado real obtido, melhorando a conversão alimentar.

A taxa de alimentação de 3% do peso vivo, no início do experimento, foi aplicada diariamente sobre o peso médio das rãs, conforme o crescimento diário, portanto, ao final de um mês de experimento a quantidade de ração fornecida equivaleria à taxa de aproximadamente 4,2% do peso vivo inicial se comparada ao manejo convencional sem o ajuste diário do fornecimento de ração (Tabela 3), estando, portanto, acima do recomendado por Lima e Agostinho (1988), que sugerem a utilização de taxa de 2 a 3% do peso vivo quando a criação ocorrer em baixas temperaturas, e isso pode ter sido mais uma das razões para os piores valores de CAA observados ao final do experimento, devido ao excesso de ração fornecida. É importante que novas pesquisas sejam realizadas para avaliar qual a melhor taxa de alimentação para rã-touro quando o fornecimento da ração for baseado na estimativa do ganho de peso diário dos animais, prática inovadora de manejo alimentar, mas ainda recente na criação da rã-touro.

Apesar dos valores de CAA não terem correspondido ao esperado, os resultados mostraram que essa nova forma de manejo alimentar, com a correção diária do fornecimento de ração, foi eficiente, pois as rãs atingiram peso de abate, com média de 334,8g, ao final do experimento. Também ficou evidente a eficiência dos alimentadores automáticos em fornecer a ração em alta frequência alimentar, concordando com Oliveira et al. (2009), Sousa et al. (2010) e Castro et al. (2012), que também utilizaram alimentadores automáticos na produção da rã-touro, entretanto, sem o uso de controladores lógico programáveis com correção diária do fornecimento de ração de acordo com o ganho de peso diário.

## **5. CONCLUSÃO**

A produção de rãs-touro em tanque-rede com alta frequência alimentar (96 refeições/dia) é um sistema de criação eficiente, e o policultivo de rãs e tilápias reduz o impacto das sobras de ração sobre o ambiente aquático, demonstrando que é possível produzir rãs em tanques-rede com sustentabilidade.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGOSTINHO, C.A., OLIVEIRA, L.C., AGOSTINHO, L.M., SOUSA, R.M.R., KUNII, E.K., ARGENTIM, D., CASTRO, C.S., AGOSTINHO S.M.M., 2010 Alimentador automático para peixes e organismos aquáticos em geral. Brasil. PI10055363, 03 dez. 2010. INPI - Instituto Nacional da Propriedade Industrial.
- BARBOSA, A.C.A., 2007. A Criação de Tilápias em Gaiolas. EMPARN - Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte, Lagoa Nova – RN.
- BESSA JUNIOR, A.P., AZEVEDO, C.M.S.B., PONTES, F.S.T., HENRY-SILVA, G.G., 2012. Polyculture of Nile tilapia and shrimp at different stocking densities. R. Bras. Zootec., 41, 1561-1569.
- BORGES, F.F., AMARAL, L.A., STÉFANI, M.V., 2012. Characterization of effluents from bullfrog (*Lithobates catesbeianus*, Shaw, 1802) grow-out ponds. Acta Limn. Bras., 24, 160-166.
- BRAGA, L.G.T., LIMA, S.L., 2001. Influência da temperatura ambiente no desempenho da rã-touro, *Rana catesbeiana* (Shaw, 1802) na fase de recria. R. Bras. Zootec., 30, 1659-1663.
- CASTRO, C.S., AGOSTINHO, C.A., ARGENTIM, D., ALEXANDRE, J.S., OLIVEIRA, L.C., SOUZA, R.M.R., PADILHA, P., 2012. Feed digestibility and productive performance of bullfrogs fed in high and low frequency. Aquaculture, 326-329, 123-128.
- CYRINO, J.E.P., CONTE, L., 2000. Fundamentos da criação de peixes em tanques-rede. Aqualu, Piracicaba.
- DANAHER, J.J., TIDWELL, J.H., COYLE, S.D., DASGUPTA, S., 2007. Effects of two densities of caged monosex nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, on water quality, phytoplankton populations, and production when polycultured with *Macrobrachium rosenbergii* in temperate ponds. J. World Aqua. Soc., 38, 367-382.
- FERREIRA, C.M., PIMENTA, A.G.C., PAIVA NETO, J.S., 2002. Introdução à ranicultura. Bol. Inst. Pesca, 33, 1-15.
- FIGUEIREDO, M.R.C., LIMA, S.L., AGOSTINHO, C.A., Baêta, F.C., Weigert, S.C. 2001. Estufas climatizadas para experimentos ambientais com rãs, em gaiolas. R. Bras. Zootec., 30, 1135-1142.

- FONTANELLO, D., WIRZ, R.R., ARRUDA SOARES, H., CAMPOS, B.E.S., FREITAS, E.A.N., FERREIRA, C.M., 1993. Comparação de quatro sistemas de engorda de rãs-touro (*Rana catesbeiana* Shaw, 1802): tanque-ilha, confinamento, anfigranja e gaiolas. 1. Desenvolvimento ponderal; 2. Custo operacional. Bol. Inst. Pesca, 20, 43-58.
- KUBITZA, F., 2000. Tilápia: tecnologia e planejamento na produção comercial. Fernando Kubitza, Jundiaí.
- LIMA, S.L., AGOSTINHO, C.A., 1992. A tecnologia de criação de rãs. Imprensa Universitária, Viçosa.
- LIMA, S.L., AGOSTINHO, C.A., 1995. Sistema anfigranja: alternativa de baía de recria para o micro-produtor. In: ENCONTRO NACIONAL DE RANICULTURA, 8., INTERNATIONAL MEETING ON FROG RESEARCH AND TECHNOLOGY, 1., 1995, Viçosa. Anais... Viçosa: ABETRA - Academia Brasileira de Estudos Técnicos em Ranicultura e UFV - Universidade Federal de Viçosa, pp.111.
- LIMA, S.L., CASALI, A.P., AGOSTINHO, C.A., 2003. Desempenho zootécnico e percentual de consumo de alimento de rã-touro (*Rana catesbeiana*) na fase de recria (pós-metamorfose) do sistema anfigranja. R. Bras. Zootec., 32, 505-511.
- LIMA, S.L.; AGOSTINHO, C.A., 1988. A criação de rãs. Globo, São Paulo.
- MAZZONI, R., 1997. Sistema inundado de cria de ranas, in: IX ENCONTRO NACIONAL DE RANICULTURA & II INTERNATIONAL MEETING ON FROG RESEARCH AND TECHNOLOGY. ABETRA – Academia Brasileira de Estudos Técnicos em Ranicultura, Santos, pp. 151-160.
- MAZZONI, R., CARNEVIA, D., ALTIERI, W., MATSUMURA, Y., 1995. Cria de ranas em “Sistema Inundado”, experiencias en ranarios comerciales, in: VIII ENCONTRO NACIONAL DE RANICULTURA & I INTERNATIONAL MEETING ON FROG RESEARCH AND TECHNOLOGY. ABETRA - Academia Brasileira de Estudos Técnicos em Ranicultura e UFV - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. pp.121-122.
- MELLO, S.C.R.P., 2000. Rãs em baias inundadas. Panorama da Aqüicultura, 10, 31-34.
- MELLO, S.C.R.P., 2001. Sistema inundado de criação de rãs. Ensaio experimentais, in: I CICLO DE PALESTRAS SOBRE RANICULTURA DO INSTITUTO DE PESCA. Bol. Inst. Pesca, 31, 49p.

- OLIVEIRA, F.A., AGOSTINHO, C.A., SOUSA, R.M.R., GONSALVES, H.C., ARGENTIM, D., CASTRO, C.S., 2009. Manejo alimentar com dispensador automático na recria de rã-touro. Arch. Zootec., 58, 589-592.
- OLIVEIRA, G. A., 1983. Instalação de ranário, in: III ENCONTRO NACIONAL DE RANICULTURA, UFU – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, pp.41-58.
- ONO, E.A., KUBITZA, F., 2003. Cultivo de peixes em tanques-rede, terceira ed. Eduardo Ono, Jundiaí, 112p.
- PEREIRA, L.P.F., MERCANTE, C.T.J., 2005. A amônia nos sistemas de criação de peixes e seus efeitos sobre a qualidade da água, uma revisão. Bol. Inst. Pesca, 31, 81-88.
- PHILLIPS, T. A., SUMMERFELT, R. C., CLAYTON, R. D., 1998. Feeding frequency effects on water quality and growth of walleye fingerlings in intensive culture. Prog. Fish-Cult., 60, 1-8.
- PINTO, C.S.R.M., MARCANTONIO, A.S., BOOCK, M.V., MARQUES, H.L.A., PAIVA, P., BARROS, H.P., MALLASEN, M., MERCANTE, C.T.J., CARMO, C.F., 2012. Produção de tilápias em tanques-rede em policultivo com camarões da malásia livres em viveiro escavado. Pesquisa & Tecnologia, 9, 6p.
- SANTOS, M.J.M., VALENTI, W.C., 2002. Production of nile tilapia *Oreochromis niloticus* and freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* stocked at different densities in polyculture systems in Brazil. J. World Aquac. Soc., 33, 369–376.
- SCHNAITTACHER, G., KING, W., BERLINSKY, D.L., 2005. The effects of feeding frequency on growth of juvenile Atlantic halibut, *Hippoglossus hippoglossus* L. Aquaculture International, 36, 370-377.
- SILVA, N.R., 1997. Criação de rãs no sistema de confinamento, in: IV ENCONTRO NACIONAL DE RANICULTURA & II INTERNATIONAL MEETING ON FROG RESEARCH & INTERNATIONAL MEETING ON FROG RESEARCH AND TECHNOLOGY. ABETRA – Academia Brasileira de Estudos Técnicos em Ranicultura, Santos, pp.131-132.
- SOUSA, R.M.R., AGOSTINHO, C.A., OLIVEIRA, F.A., ARGENTIM, D., OLIVEIRA, L.C., WECHSLER, F.S., AGOSTINHO, S.M.M., 2010. Recria de rã-

- touro (*Rana catesbeiana*) em tanques-rede alojados em viveiros de tilápia. Arch. Zootec., 59, 31-38.
- SOUSA, R.M.R., AGOSTINHO, C.A., OLIVEIRA, F.A., ARGENTIM, D., NOVELLI, P.K., AGOSTINHO, S.M.M., 2012. Productive performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fed at different frequencies and periods with automatic dispenser. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec., 64, 192-197.
- TIDWELL, J.H., COYLE, S.D., BRIGHT, L.A., 2010. Polyculture of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, either confined in cages or unconfined in freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii*, ponds. J. World Aquac. Soc., 41, 616–625.
- VEGA, R., VALDEBENITO, I., ALFARO, D., CHRDENAS, S., 1994. Effect of feeding frequency on growth and survival of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) farmed at Lautaro Fish Farming Experimental Station, Chile. Abstracts /Aquaculture, 124, 291.
- ZHOU, Z., XIE, C.S., ZHU, X., ZHU, X., LEI, W., XUE, M., YANG, Y., 2003. Effect of feeding frequency on growth, feed utilization, and size variation of juvenile gibel carp (*Carassius auratus gibelio*). J. Appl. Ichthyol., 19, 244-249.
- ZIMMERMANN, S., FITZSIMMONS, K., 2004. Tilapicultura intensiva, in: CYRINO, J.E.P., URBINATI, E.C., FRACALOSI, D.M. CASTAGNOLLI, N. (Eds.), Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva. Aquabio, São Paulo, pp.239-266.
- ZIMMERMANN, S., NEW, M.B., 2000. Grow-out systems polyculture and integrated culture. In: NEW, M.B.; VALENTI, W.C. Sustainability of freshwater prawn culture. Freshwater Prawn Culture: The Farming of *Macrobrachium rosenbergii*. Blackwell Science, London, pp.187-202.

**CAPÍTULO III**  
**DIGESTIBILIDADE DA RAÇÃO E DESEMPENHO PRODUTIVO DE RÃS-  
TOURO CRIADAS EM TANQUES-REDE ALIMENTADAS EM DIFERENTES  
PERÍODOS E ALTA FREQUÊNCIA**

### **Digestibilidade da ração e desempenho produtivo de rãs-touro criadas em tanques-rede alimentadas em diferentes períodos e alta frequência**

**RESUMO:** Três frequências alimentares (24, 48 e 96 refeições/dia) e três períodos de alimentação (diurno, noturno e diurno/noturno) foram avaliados neste experimento. Rãs-touro (*Lithobates catesbeianus*), com peso médio de  $78,6 \pm 15,7$ g, foram distribuídas em 36 baias na densidade de 88 rãs/m<sup>2</sup>. As baias, com 0,7x0,7x0,15m confeccionadas em polipropileno e com piso de tela, foram instaladas dentro de tanques-rede de 1m<sup>3</sup> distribuídos linearmente em um viveiro de 2000m<sup>2</sup> com 5% de renovação de água. As rãs foram alimentadas diariamente com ração comercial extrudada para peixe carnívoro e a quantidade fornecida foi corrigida diariamente com base na estimativa do ganho de peso diário das rãs. O experimento teve duração de 90 dias, correspondendo ao outono e inverno. Frequência e período de alimentação interagiram sobre os valores de peso médio (PM) das rãs. Ao final do experimento, nos períodos diurno e diurno/noturno, não houve diferença nos valores de PM das rãs entre as frequências alimentares avaliadas; entretanto, no período noturno o PM das rãs foi maior na frequência de 48 refeições/dia, cujo valor médio foi de 273,80g. Separadamente, frequência e período de alimentação influenciaram o resultado de conversão alimentar aparente (CAA), que foi melhor na frequência de 96 refeições/dia, com valor médio de 2,13; e no período noturno com valor médio de 2,23. Não houve diferença entre os tratamentos sobre os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca, proteína bruta e energia bruta. Os coeficientes de disponibilidade aparente de cálcio e fósforo foram maiores na frequência de 48 refeições/dia, independente do período alimentar. Os resultados indicaram que a rã-touro pode ser alimentada tanto durante o dia como a noite, e que maiores frequências alimentares melhoraram a CAA na produção dessa espécie. Recomenda-se, para a criação da rã-touro em tanque-rede, alimentação com 96 refeições/dia nos períodos diurno e diurno/noturno, e frequência de 48 refeições/dia no período noturno.

Palavras-chave: manejo alimentar, *Lithobates catesbeianus*, alimentação automática, alimentação noturna

**Feed digestibility and productive performance of bullfrogs raised in cages and fed different periods and high frequency**

**ABSTRACT:** Three feeding frequencies (24, 48 and 96 meals/day) and three periods (diurnal, nocturnal and diurnal/nocturnal) were evaluated in this trial. Bullfrogs (*Lithobates catesbeianus*), with average weight of  $78.6 \pm 15.7$ g, were distributed into 36 pens with density of 88 frogs/m<sup>2</sup>. The pens with 0.7x0.7x0.15m, made of polypropylene with screened floor, were installed within 36 cages of 1m<sup>3</sup> distributed linearly in one pond of 2000m<sup>2</sup> with 5% water renewal. Frogs were fed daily, by automatic feeders, with commercial extruded diet for carnivorous fish and the amount of feed supplied was corrected daily based on estimate of daily weight gain. The experiment lasted 90 days, during autumn and winter. Frequency and feeding period showed interaction on values of mean weight (MW). At the end of the experiment, diurnal and diurnal/nocturnal periods, did not show difference in MW values between feeding frequencies evaluated; however for nocturnal period the frogs MW was higher for frequency of 48 meals/day, with average value of 273.08g. However, frequency and feeding period influenced, separately, results apparent feed conversion rate (FCR), which was better for frequency of 96 meals/day, with average of 2.13; and in nocturnal period, with a overage of 2.23. There was no difference between treatments for apparent digestibility of dry matter, crude protein and energy. Apparent availability of calcium and phosphorus were higher for frequency of 48 meals/day, regardless feeding period. The results indicate that bullfrogs can be fed both during the day and night, and the higher feeding frequencies improve FCR this species. It is recommended for bullfrog raised in cages, diurnal and diurnal/nocturnal feeding with frequency of 96 meals/day; and frequency of 48 meals/day for nocturnal period.

Keywords: automatic feeding, feed management, *Lithobates catesbeianus*, nocturnal feeding

## 1. INTRODUÇÃO

A alimentação é o item que mais onera o custo na produção de rãs, representando até 50% dos custos totais (Lima e Agostinho, 1992), e seu uso inadequado pode comprometer a qualidade da água de cultivo. Na ranicultura, independente do sistema de produção, ainda é comum o fornecimento de ração poucas vezes ao dia e em grandes quantidades, comprometendo o desempenho dos animais e a sustentabilidade da atividade, pois com este tipo de manejo ocorrem sobras de ração, que além de aumentar os custos da produção pioram a qualidade da água. A utilização de boas práticas de manejo alimentar podem solucionar essas deficiências na ranicultura e garantir o sucesso da produção.

A automação da alimentação é prática que auxilia positivamente o manejo alimentar, pois possibilita fornecer o alimento em alta frequência, ou seja, menores porções de alimento mais vezes durante o dia, além de permitir a alimentação noturna e controle eficiente da quantidade de ração fornecida (Agostinho et al., 2010). A utilização de altas frequências alimentares proporciona bom crescimento e conversão alimentar na produção de rã-touro (Oliveira et al., 2009, Castro et al., 2012), e estudos também relataram eficiência na produção de peixes (Vega et al., 1994; Sousa et al., 2012).

O conhecimento do período mais adequado para o fornecimento da ração é importante para determinar a melhor estratégia de manejo alimentar, de forma a contribuir para utilização mais adequada da ração e conseguir melhor eficiência de produção. De acordo com Azzayd et al. (2000), o regime alimentar pode ter consequências na eficiência do crescimento e no desperdício de alimento. A rã-touro pode apresentar melhor desempenho produtivo quando alimentada durante o dia ou à noite, dependendo do sistema de produção utilizado, manejo alimentar adotado e de acordo com as variações de temperatura e taxa de alimentação.

A eficiência do manejo alimentar pode ser avaliada por meio do desempenho produtivo, como crescimento, conversão alimentar e sobrevivência (Bascinar et al., 2007; Lee e Phan, 2010; Turker e Yildirin, 2011; Nekoubin e Sudagar, 2012; Trushenski et al., 2012), e também pela determinação da digestibilidade do alimento fornecido (Zhou et al., 2003; Yamamoto et al., 2007; Tiril e Alagil, 2009; Castro et

al., 2012). A determinação da digestibilidade tem sido uma das principais ferramentas para avaliar a qualidade de uma dieta ou ingrediente, indicando o seu valor nutricional, assim como dos níveis de nutrientes não digeridos, que irão compor a maior parte dos resíduos acumulados no meio aquático (Furuya et al., 2001).

A criação de rãs em tanque-rede ainda é pouco estudada, entretanto, este novo sistema de criação proporciona ambiente adequado para a criação das rãs (Sousa et al., 2010), pois apresenta contínua renovação de água, mantendo a qualidade desta dentro do tanque-rede o mais próximo possível da água a sua volta (Cyrino e Conte, 2000). Segundo Hipólito (2004), a qualidade da água é de extrema importância na produção da rã-touro.

O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito de diferentes períodos e frequências de alimentação sobre a digestibilidade da ração e desempenho produtivo de rãs-touro em tanque-rede.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1. Instalações e condições experimentais

Um total de 36 baias nas dimensões de 0,70x0,70x0,15m, com laterais e tampa confeccionadas em polipropileno e piso de tela metálica de ½” (12mm) revestida com PVC (Figura 1), foram utilizadas neste experimento para criação das rãs. As baias foram dispostas dentro de 36 tanques-rede de 1x1x1m (1m<sup>3</sup>), de tela metálica ½” (12mm) revestida com PVC, distribuídos linearmente em um viveiro de 2.000m<sup>2</sup> com profundidade máxima de três metros e renovação de água de 5%. As baias foram fixadas nas laterais dos tanques-rede de maneira que a lâmina de água em seu interior não ultrapassasse 8cm. Em cada tanque-rede foram distribuídos 30 alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), com peso de aproximadamente 17g, para consumirem as sobras de ração das rãs e, desta forma, reduzir o impacto da produção da rã-touro ao ambiente aquático.

Todas as baias de polipropileno possuíam um abrigo, confeccionado em madeira e placas de PVC, para permitir que as rãs expressassem comportamento normal de

termorregulação corporal (Duellman e Trueb, 1986), ficando na parte seca do abrigo ou na água.

Em todas as baias de polipropileno foi instalado um alimentador automático (Agostinho et al., 2010) controlado por CLP (controlador lógico programável). O controlador ligado aos alimentadores automáticos determinou o tempo de funcionamento, horário de alimentação e frequência alimentar de acordo com os tratamentos, além de ter corrigido diariamente a quantidade de ração fornecida com base no ganho de peso diário das rãs, que foi estimado pela conversão alimentar esperada, consultada na literatura (Oliveira et al., 2009). O sistema de criação de rãs em tanque-rede, com alimentadores automáticos e baias de polipropileno instaladas dentro de tanques-rede, está representado na Figura 2.

Durante o experimento, a temperatura da água do viveiro e a temperatura do ar dentro das baias de polipropileno foram monitoradas diariamente, a cada 15 minutos, por meio de datalogger. O oxigênio dissolvido e pH da água do viveiro foram monitorados semanalmente, em três pontos distintos conforme a posição da fonte de renovação de água.



Figura 1. Baia para criação de rãs, com laterais e tampa em polipropileno e fundo de tela metálica.



Figura 2. Baias de polipropileno, com alimentadores automáticos, instaladas dentro de tanques-rede distribuídos linearmente em um viveiro.

## 2.2. Delineamento experimental

Rãs-touro (*Lithobates catesbeianus*), com peso médio inicial de  $78,6 \pm 15,7$ g, foram distribuídas em 36 baias de polipropileno na densidade de 88 rãs/m<sup>2</sup> (43 rãs/baia). O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado, com os tratamentos distribuídos em esquema fatorial com três frequências (24, 48 e 96 refeições/dia), três períodos (diurno, noturno e diurno/noturno) e quatro repetições por tratamento. As rãs foram alimentadas diariamente com ração comercial extrudada para peixe carnívoro contendo, de acordo com o fabricante, 40% de proteína bruta, 8% extrato etéreo, 10% umidade, 6% fibra bruta, 1,6% cálcio e 0,8% fósforo, fornecida por meio de alimentadores automáticos (Agostinho et al., 2010) com taxa de alimentação de 3% do peso vivo. A quantidade de ração fornecida foi corrigida diariamente, pelo CLP, com base no ganho de peso diário das rãs estimado pela conversão alimentar esperada de 1,5 (Oliveira et al., 2009). Todas as rãs, em cada unidade experimental, foram pesadas individualmente, aos 30, 60 e 90 dias de experimento. O experimento foi realizado nos períodos de outono e inverno.

A alimentação diurna correspondeu ao período das 6 às 17 horas e a alimentação noturna das 18 às 5 horas. Os intervalos entre cada alimentação estão descritos na Tabela 1.

Tabela 1. Intervalos entre as refeições de acordo com as frequências e períodos alimentares.

Frequências (refeições/dia)	Diurno	Noturno	Diurno/Noturno
24	30 minutos	30 minutos	1 hora
48	15 minutos	15 minutos	30 minutos
96	7,5 minutos	7,5 minutos	15 minutos

### 2.3. Características avaliadas

#### 2.3.1. Desempenho produtivo

O desempenho produtivo das rãs foi avaliado por meio dos seguintes índices zootécnicos: peso médio (PM) aos 30, 60 e 90 dias de experimento, peso total (PT), ganho de peso médio (GPM), ganho de peso diário (GPD = GPM/dias de cultivo), conversão alimentar aparente (CAA = total de ração fornecida/ganho de peso), uniformidade (U) e sobrevivência ( $S = [\text{total de animais final} / \text{total de animais inicial}] \times 100$ ). Para determinar a uniformidade das rãs foi utilizada a adaptação de uma equação proposta por Furuya et al. (1998):

$U (\%) = (N_{\pm 20} / N_t) \times 100$ , onde  $N_t$  = número total de rãs em cada unidade experimental e  $N_{\pm 20}$  = número de rãs com peso total  $\pm 20\%$  em torno da média da unidade experimental.

### 2.3.2. Digestibilidade aparente da matéria seca, proteína bruta, energia bruta e disponibilidade aparente de cálcio e fósforo da ração

Ao final do experimento foi realizada coleta de fezes, de uma amostra de dez rãs em cada unidade experimental, para análise de digestibilidade aparente da proteína bruta (PB), matéria seca (MS), energia bruta (EB) e disponibilidade aparente de cálcio (Ca) e fósforo (P). As fezes foram coletadas diretamente da cloaca das rãs, com auxílio de pipeta plástica, realizando massagens na região ventral (Castro et al., 2012). A sílica ( $\text{SiO}_2$ ), presente naturalmente nas rações, foi utilizada como marcador interno.

As amostras de fezes e ração foram desidratadas em estufa de circulação forçada de ar a  $55^\circ\text{C}$  por 48 horas e submetidas à moagem até apresentar granulometria menor que  $60\ \mu\text{m}$ . Para extração do silício (Si) uma porção de 50 mg de amostra, acrescida de 10 mL de água deionizada, foi submetida a agitação em ultra-som. Neste procedimento foram realizados três ciclos de 20 segundos a 136W de potência de ultra-som. Os extratos obtidos foram separados da parte sólida por meio de filtragem. A determinação do Si nesses extratos foi feita em espectrofotômetro, Thermo Spectronic modelo Genesis 6, pelo método do anidrido silicomolibdico azul.

Para a mineralização do Ca e do P uma porção de 100 mg de amostra foi submetida à digestão em forno de microondas, utilizado 5mL de ácido nítrico e 3mL de peróxido de hidrogênio. O P foi determinado em espectrofotômetro, Thermo Spectronic modelo Genesis 6, utilizando o método do azul de molibdênio com antimônio como catalisador. Para determinação do Ca foi utilizado espectrômetro de absorção atômica SHIMADZU AA-6800, utilizando soluções padrão Titrisol MERCK no preparo da curva analítica.

Para determinação da MS, as amostras de fezes e ração foram secas em estufa a  $100^\circ\text{C}$  até a obtenção de 100% de matéria seca. A porcentagem de MS foi calculada pela diferença de peso entre amostra úmida e a amostra seca. A quantidade de EB foi determinada pela queima das amostras em bomba calorimétrica.

O método de Kjeldahl foi utilizado para determinação da PB, com digestão sulfúrica das amostras e posterior destilação em meio alcalino dos íons amônio gerados. Foi utilizado o fator de conversão de 6,25 (AOAC, 2000).

Os coeficientes de digestibilidade aparente da proteína bruta ( $CDA_{PB}$ ), matéria seca ( $CDA_{MS}$ ), energia bruta ( $CDA_{EB}$ ) e os coeficientes de disponibilidade aparente do cálcio ( $CDA_{Ca}$ ) e do fósforo ( $CDA_P$ ) da ração foram calculados com base na determinação da porcentagem de Si, que posteriormente foi transformado em porcentagem de  $SiO_2$ , considerando a equação matemática proposta por Shahat (1993):

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

onde:  $CDAn$  = Coeficiente de digestibilidade ou disponibilidade aparente do nutriente;  $\%SiO_{2r}$  = Porcentagem de sílica na ração;  $\% SiO_{2f}$  = Porcentagem de sílica nas fezes;  $\%N_f$  = Porcentagem do nutriente nas fezes;  $\%N_r$  = Porcentagem do nutriente na ração.

#### 2.4. Análise estatística

Os dados de desempenho produtivo e digestibilidade foram submetidos à análise de variância utilizando o Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas - SAEG, e as médias comparadas pelo teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade.

### 3. RESULTADOS

#### 3.1. Temperatura, oxigênio e pH

Os valores médios de temperatura da água e do ar, monitorados nos períodos diurno e noturno, a cada 15 minutos durante o experimento, estão representados na Figura 3. A temperatura média da água no período diurno variou de 16,4 a 20,1°C, com média geral de  $18,6 \pm 1,0^\circ\text{C}$ ; no período noturno a variação foi de 16,3 a 20,7°C, com média geral de  $18,6 \pm 1,2^\circ\text{C}$ . A temperatura média do ar variou de 17,5 a 21,4°C no período diurno, com média geral de  $19,8 \pm 1,1^\circ\text{C}$ ; no período noturno a variação foi de 15,8 a 21,4°C, com média geral de  $18,7 \pm 1,8^\circ\text{C}$ . Durante o experimento foram registrados valores médios de pH e oxigênio dissolvido de  $7,0 \pm 0,3$  e  $4,7 \pm 0,8$  mg/L, respectivamente.

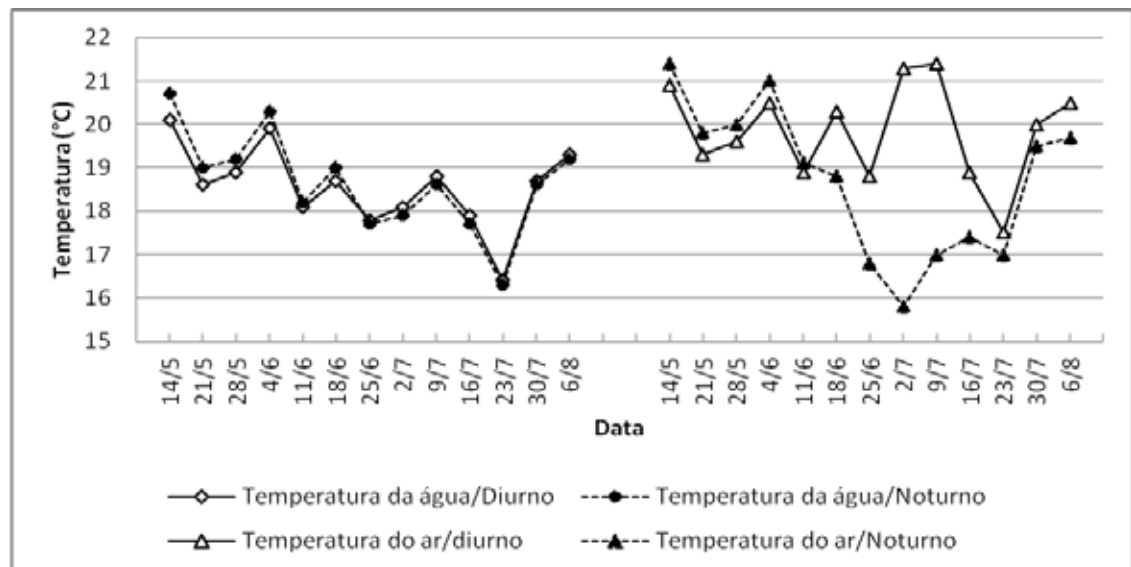


Figura 3. Médias semanais de temperatura da água e do ar, monitorados nos períodos diurno e noturno, durante os 90 dias de experimento.

### 3.2. Desempenho produtivo

Os pesos médios das rãs-touro submetidas a diferentes frequências e períodos alimentares aos 30, 60 e 90 dias de experimento estão representados na Tabela 2. Os períodos e frequências alimentares influenciaram o peso médio das rãs em todos os períodos de avaliação do experimento. Aos 30 dias, no período diurno, a alimentação fornecida na maior frequência promoveu maior crescimento das rãs, entretanto, no período noturno a frequência de 96 refeições/dia foi a que determinou menor crescimento e durante todo o período (dia/noite) não houve diferença entre as frequências avaliadas. Com a utilização das frequências de 24 e 48 refeições/dia não houve diferença no crescimento das rãs entre os diferentes períodos alimentares, e com a utilização da frequência de 96 refeições/dia o peso médio das rãs foi menor no período noturno.

No segundo período de avaliação do experimento, aos 60 dias, não houve diferença entre as frequências alimentares sobre o peso médio das rãs no período diurno; no período noturno a frequência de 48 refeições/dia promoveu maior crescimento dos animais, e durante todo o período (dia/noite) as rãs apresentaram maior crescimento quando a ração foi fornecida nas maiores frequências alimentares (48 e 96 refeições/dia). Não houve diferença no crescimento das rãs, entre os diferentes períodos alimentares, com a ração fornecida em 24 refeições/dia. A frequência de 48 refeições/dia proporcionou melhor crescimento das rãs com o fornecimento da ração no período noturno, comparado ao período diurno, e a frequência de 96 refeições/dia proporcionou melhor crescimento no período diurno/noturno, comparado ao período noturno.

Aos 90 dias de experimento, no período noturno, a frequência de 48 refeições/dia promoveu maior crescimento das rãs, e nos demais períodos alimentares não houve diferença entre as frequências avaliadas. Com a utilização das frequências de 24 e 96 refeições/dia não houve diferença no crescimento das rãs entre os diferentes períodos alimentares, e com a utilização da frequência de 48 refeições/dia o peso médio das rãs foi maior no período noturno.

Tabela 2. Pesos médios (PM) de rãs-touro criadas em tanque-rede com diferentes frequências e períodos alimentares aos 30, 60 e 90 dias de experimento.

PM (g) – 30 dias				
Frequência alimentar (refeições/dia)	Período alimentar			
	Dia	Noite	Dia/Noite	Média
24	126,52Ba	132,51Aa	128,92Aa	129,32
48	128,86Ba	135,14Aa	133,44Aa	132,48
96	134,89Aa	126,68Bb	132,85Aa	131,47
Média	130,09	131,44	131,74	CV* = 19,99
PM (g) – 60 dias				
Frequência alimentar (refeições/dia)	Período alimentar			
	Dia	Noite	Dia/Noite	Média
24	188,78Aa	189,94Ba	182,27Ba	187,00
48	185,69Ab	200,83Aa	193,94Aab	193,49
96	189,13Aab	186,83Bb	196,70Aa	190,89
Média	187,87	192,53	190,97	CV = 20,27
PM (g) – 90 dias				
Frequência alimentar (refeições/dia)	Período alimentar			
	Dia	Noite	Dia/Noite	Média
24	253,79Aa	252,76Ba	248,87Aa	251,81
48	251,11Ab	273,80Aa	251,33Ab	258,75
96	252,09Aa	251,28Ba	258,00Aa	253,79
Média	252,33	259,28	252,73	CV = 19,85

A, B, a, b Médias seguidas de diferentes letras maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas diferem entre si pelo teste de Duncan ( $p < 0,05$ ); \*CV (%) = coeficiente de variação.

Não houve interação entre frequência e período alimentar sobre os valores médios de peso total (PT), ganho de peso médio (GP), ganho de peso diário (GPD), conversão alimentar aparente (CAA) e sobrevivência (S). Entretanto, frequência e período alimentar independentemente influenciaram a CAA, U e S das rãs (Tabela3). As rãs apresentaram melhor CAA quando alimentadas na maior frequência (96 refeições/dia) e no período noturno a CAA foi melhor comparada ao período diurno. A sobrevivência foi maior nas frequências de 24 e 96 refeições/dia, e a uniformidade foi melhor com as rãs alimentadas nas frequências de 48 e 96 refeições/dia.

Tabela 3. Valores médios de peso total (PT), ganho de peso médio (GPM), ganho de peso diário (GPD), conversão alimentar aparente (CAA), sobrevivência (S) e uniformidade (U) de rês-touro em tanque-rede alimentadas em diferentes períodos e frequências durante 90 dias de experimento.

Frequências e períodos de alimentação	PT (kg)	GPM (g)	GPD (g)	CAA	S (%)	U (%)
Frequências (refeições/dia)						
24	10,28	173,72	1,93	2,41 <sup>b</sup>	96,90 <sup>a</sup>	64,20 <sup>b</sup>
48	10,38	179,94	2,00	2,41 <sup>b</sup>	92,18 <sup>b</sup>	71,67 <sup>a</sup>
96	10,38	175,41	1,95	2,13 <sup>a</sup>	96,70 <sup>a</sup>	73,35 <sup>a</sup>
Períodos						
Diurno	10,22	173,18	1,93	2,43 <sup>b</sup>	95,34	67,53
Noturno	10,56	181,35	2,01	2,23 <sup>a</sup>	95,10	69,49
Diurno/Noturno	10,26	174,55	1,94	2,30 <sup>ab</sup>	95,34	72,21
CV* (%)	9,11	6,36	6,36	8,16	3,32	11,35
Média	10,35	176,36	1,96	2,32	95,26	69,74

a,b Médias seguidas de diferentes letras nas colunas diferem entre si pelo teste de Duncan ( $p < 0,05$ ); \*CV = coeficiente de variação.

### 3.3. Digestibilidade aparente da matéria seca, proteína, energia e disponibilidade aparente de cálcio e fósforo na ração.

Os valores médios dos coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca ( $CDA_{MS}$ ), proteína bruta ( $CDA_{PB}$ ), energia bruta ( $CDA_{EB}$ ) e dos coeficientes de disponibilidade aparente de cálcio ( $CDA_{Ca}$ ) e fósforo ( $CDA_P$ ) da ração estão representados na Tabela 4. Não houve interação entre frequência e período alimentar sobre os valores de digestibilidade e disponibilidade aparente. Separadamente, a frequência de alimentação influenciou os valores dos  $CDA_{Ca}$  e  $CDA_P$ . Com a utilização da frequência de 48 refeições/dia o  $CDA_P$  foi maior comparado à frequência de 96 refeições/dia, entretanto, este não diferiu da frequência de 24 refeições/dia. O  $CDA_{Ca}$  foi maior na frequência de 48 refeições/dia.

A ração comercial utilizada para a avaliação da digestibilidade foi analisada e apresentou a seguinte composição: 93% de matéria seca; 39,5% proteína bruta; 4,5% extrato etéreo; 2,7% cálcio; 1,0% fósforo e 4.234 cal/g energia bruta.

Tabela 4. Coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca (CDA<sub>MS</sub>), proteína bruta (CDA<sub>PB</sub>), energia bruta (CDA<sub>EB</sub>) e coeficiente de disponibilidade aparente de cálcio (CDA<sub>Ca</sub>) e fósforo (CDA<sub>P</sub>) da ração fornecida para rãs-touro em diferentes frequências e períodos alimentares ao final de 90 dias de experimento.

Frequências e períodos de alimentação	CDA <sub>MS</sub> (%)	CDA <sub>PB</sub> (%)	CDA <sub>EB</sub> (%)	CDA <sub>Ca</sub> (%)	CDA <sub>P</sub> (%)
Frequências (refeições/dia)					
24	95,59	72,78	72,10	46,05 <sup>b</sup>	59,58 <sup>ab</sup>
48	95,85	72,90	71,10	59,46 <sup>a</sup>	65,36 <sup>a</sup>
96	94,84	73,84	64,36	41,98 <sup>b</sup>	49,90 <sup>b</sup>
Períodos					
Diurno	94,43	71,85	62,89	54,23	60,06
Noturno	95,64	78,07	71,00	47,75	55,47
Diurno/Noturno	96,21	69,60	73,68	45,50	59,30
CV* (%)	2,59	15,74	22,84	30,74	25,22
Média	95,43	73,17	69,18	49,15	58,28

a, b Médias seguidas de diferentes letras nas colunas diferem entre si pelo teste de Duncan ( $p < 0,05$ ); \*CV = coeficiente de variação.

## 4. DISCUSSÃO

### 4.1. Temperatura

A rã-touro, *Lithobates catesbeianus*, assim como todos os anfíbios, é um animal ectotérmico, ou seja, seu metabolismo é inteiramente dependente da temperatura ambiente, característica que influi na produção comercial, pois, quando a alimentação ocorre numa faixa de temperatura ótima, ocorre maior consumo de alimento por parte dos animais, possibilitando maior ganho de peso em menor espaço de tempo, que é o principal objetivo de uma criação zootécnica (Braga e Lima, 2001). Temperaturas

abaixo de 10°C ou superiores a 40°C comprometem o consumo de ração pelas rãs (Teodoro et al., 2005), e melhores resultados de desempenho produtivo são obtidos com temperaturas entre 25 e 30°C (Braga e Lima, 2001; Figueiredo et al., 2001). Os valores médios de temperatura do ar e da água observados durante o experimento encontraram-se abaixo da faixa ideal de temperatura para a criação da rã-touro. Entretanto, as baixas temperaturas observadas não interferiram no desenvolvimento dos animais, já que houve crescimento satisfatório com elevada taxa de sobrevivência. As temperaturas médias do ar, no período diurno, foram maiores que as temperaturas da água (Figura 3), possibilitando os processos de termorregulação corporal nesse período. De acordo com Brattistrom (1963), o comportamento de termorregulação diurno dos anuros geralmente envolve movimentos de entrada e saída da água e também de exposição ou não aos raios solares. O processo de termorregulação permite o aumento da temperatura corporal, aumentando os processos digestivos com conseqüente aumento do crescimento (Duellman e Trueb, 1986). Durante o experimento, a temperatura da água apresentou estabilidade, com pouca variação entre o período diurno e noturno (Figura 3), representando ambiente adequado para a criação da rã-touro, apesar das baixas temperaturas.

#### 4.2. Desempenho produtivo

Na maioria dos ranários comerciais, independente do sistema de produção, é comum o fornecimento manual de ração poucas vezes ao dia (3 ou 4 vezes). A alimentação manual é o método mais utilizado na criação de organismos aquáticos, entretanto, esse tipo de alimentação é trabalhoso e nem sempre é a melhor maneira de fornecer o alimento em cultivos intensivos (Beveridge, 1996). No presente estudo, foram utilizadas frequências de 24, 48 e 96 refeições, consideradas altas frequências alimentares, possibilitadas pelo uso de alimentadores automáticos. Os resultados de desempenho produtivo demonstraram a eficiência dos alimentadores automáticos no manejo alimentar da rã-touro, concordando com os resultados obtidos por Castro et al. (2012), Oliveira et al. (2009) e Sousa et al. (2010), que também utilizaram a alimentação automática na criação de rã-touro. Além de possibilitar o aumento da frequência alimentar, a alimentação automática permite fornecer o alimento no período

noturno (Azzaydi et al., 2000; Sousa et al., 2012), prática muitas vezes inviável em produções comerciais onde a alimentação é feita manualmente, devido ao alto custo com mão de obra. De acordo com Lee (1995), a automação dos sistemas intensivos na aquicultura melhora o controle ambiental, pois reduz os desperdícios e diminui os efluentes, além de reduzir os custos de produção e melhorar a qualidade do produto.

Os bons resultados de desempenho produtivo observados no presente estudo, em meses de outono e inverno, indicam a eficiência do sistema de produção da rã-touro em tanque-rede. Características desse sistema de produção, como contínua renovação de água garantem a qualidade desta dentro das baias durante toda a criação, favorecendo o desempenho produtivo das rãs.

Os resultados de crescimento, com base no peso médio aos 30, 60 e 90 dias de experimento, indicaram que a rã-touro pode ser alimentada em qualquer um dos períodos avaliados, diurno, noturno ou diurno/noturno, concordando com Bury e Whelan (1984), que descreveram que a rã-touro apresenta atividade diurna e noturna. É importante destacar que no período noturno, aos 30 dias de experimento, o crescimento das rãs foi menor na frequência de 96 refeições/dia; e aos 60 e 90 dias de experimento também foi observado menor crescimento nesta mesma frequência alimentar, assim como na frequência de 24 refeições/dia. De acordo com Duellman e Trueb (1986) e Zug et al. (1993), a maioria dos anuros utiliza a visão para encontrar o alimento, embora outros estímulos também possam ser envolvidos, sendo o estímulo visual muito mais que simples detecção do movimento. Portanto, no período noturno, a frequência de 96 refeições/dia pode não ter fornecido estímulo visual suficiente para que as rãs capturassem o alimento, pois nessa frequência o fracionamento da ração era maior, com fornecimento em pequena quantidade a cada 7,5 minutos, dificultando sua detecção no período noturno, principalmente ao final do experimento devido ao aumento da biomassa de animais nas baias. Na frequência de 48 refeições/dia, no período noturno, o estímulo visual para captura do alimento foi suficiente, pois a cada 30 minutos era fornecida quantidade maior de ração comparada a frequência de 96 refeições/dia. Na frequência de 24 refeições/dia, com alimentação de hora em hora, a quantidade de ração fornecida em cada refeição foi maior comparado às demais frequências avaliadas e aliado às baixas condições de luz do período noturno pode ter acarretado em maiores

sobras de alimento, interferindo no crescimento dos animais, que foi menor comparado a frequência de 48 refeições/dia.

Os períodos e frequências alimentares não interagiram sobre os valores de desempenho produtivo, entretanto, separadamente, frequência e período de alimentação influenciaram a CAA, S e U das rãs. No período noturno o valor médio de CAA foi melhor comparado ao período diurno. Alguns estudos com peixes demonstraram que no período noturno há aumento da alimentação com a diminuição das agressões, e que no período da manhã as agressões são maiores com o reestabelecimento da ordem social (Fraser et al., 1993; Kadri et al., 1997). Comportamento similar também pode ocorrer com a rã-touro, pois os machos são mais agressivos e apresentam comportamento de territorialismo (Bee, 2002; Wiewandt, 1969), podendo ocorrer disputa por alimento.

As rãs alimentadas com a maior frequência (96 refeições/dia) apresentaram melhor CAA, concordando com Castro et al. (2012) que observaram que o aumento da frequência de alimentação melhora conversão alimentar na produção da rã-touro. A melhora da conversão alimentar implica em melhor aproveitamento do alimento com redução dos desperdícios, refletindo na redução dos custos com alimentação e diminuição dos resíduos lançados no ambiente aquático. De acordo com Borges et al. (2012), os efluentes da ranicultura tem potencial para causar eutrofização dos corpos d'água receptores, devido as altas concentrações de amônia e fósforo provenientes de restos de ração, peles e excretas. Portanto, medidas no manejo alimentar que visem o aumento da produção da rã-touro com redução dos desperdícios de ração, contribuem para o sucesso e sustentabilidade da atividade.

Apesar da redução da CAA com a utilização de alta frequência alimentar (96 refeições/dia), o valor médio de 2,13 observado nesta frequência ainda é considerado alto. Castro et al. (2012) observaram valor médio de CAA de 1,2 para rãs-touro criadas com alta frequência alimentar (46 refeições/dia) em sistema inundado. A taxa de alimentação de 3% do peso vivo utilizada durante o experimento, com correção diária feita por CLP, pode ter sido excessiva para outono e inverno, devido as baixas temperaturas, e, portanto pode ter interferido na CAA.

As baixas temperaturas observadas durante o período do experimento, outono e inverno, e o excesso de ração fornecida devido à alta taxa de alimentação, 3% do peso vivo para o inverno com correção diária feita por CLP, podem ter interferido na CAA.

Nos períodos diurno e diurno/noturno os resultados de crescimento, ao final dos 90 dias de experimento, indicaram que a ração pode ser fornecida tanto com frequência de 24 refeições/dia como nas frequências de 48 e 96 refeições/dia. Entretanto, a CAA foi melhor quando as rãs foram alimentadas com maior frequência alimentar, portanto, recomenda-se para estes períodos o manejo alimentar com 96 refeições/dia, aliando crescimento com redução dos desperdícios de ração. Apesar da melhor CAA ter sido obtida na frequência de 96 refeições/dia, no período noturno o crescimento das rãs foi menor nesta frequência, portanto recomenda-se para este período a frequência alimentar de 48 refeições/dia, já que o crescimento foi significativamente maior comparado às demais frequências avaliadas.

A sobrevivência também foi influenciada pela frequência alimentar, independente do período de alimentação. O menor valor observado foi de 92,18% na frequência de 48 refeições/dia, entretanto não é considerado valor baixo de sobrevivência para criação da rã-touro no outono e inverno. Em muitas pesquisas, independente do sistema de criação e manejo alimentar utilizado, são observadas taxas de sobrevivência que variam de 80 a 100% (Braga e Lima 2001; Lima et al., 2003; Casali et al., 2005; França et al., 2008; Dias et al., 2008; Sousa et al., 2010; Castro et al., 2012).

A uniformidade das rãs, ao final dos 90 dias de experimento, foi melhor com a alimentação fornecida nas maiores frequências (48 e 96 refeições/dia), concordando com Wang et al. (1998), que observaram maior uniformidade, na produção de peixes, com aumento da frequência alimentar.

Sousa et al. (2010) utilizaram densidade de até 84 rãs/m<sup>2</sup> para criação da rã-touro em tanque-rede, e observaram ausência de mortalidade nos meses de inverno. No presente estudo semelhante densidade de estocagem foi utilizada, 88 rãs/m<sup>2</sup>. Nos diferentes sistemas de produção de rãs, como confinamento, anfigranja e inundado o volume e renovação de água nas baias é pequeno, podendo comprometer o desempenho dos animais principalmente em altas densidades de estocagem. De acordo com Casali et al. (2005), quando em altas densidades o acúmulo de fezes e ração na água são maiores, piorando as condições higiênicas das baias. O enriquecimento da água com nutrientes e matéria orgânica cria ambiente favorável para o crescimento de bactérias, sendo necessário adotar medidas de manejo adequadas para prevenção de doenças, como a constante renovação de água e limpeza diária das baias (Borges et al., 2012). A criação

de rãs em tanque-rede garante melhor qualidade da água para a produção, devido ao volume e renovação de água desse sistema, permitindo bom desempenho produtivo dos animais com redução dos custos com mão de obra, pois a contínua renovação de água remove constantemente os metabólitos e dejetos produzidos pela rã-touro não sendo necessária a limpeza diária das instalações, como ocorre na maioria dos sistemas de produção de rãs.

#### 4.3. Digestibilidade aparente da matéria seca, proteína, energia e disponibilidade aparente de cálcio e fósforo na ração.

O manejo alimentar, com diferentes períodos e frequências de alimentação, não influenciou os resultados dos coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca ( $CAD_{MS}$ ), proteína bruta ( $CDA_{PB}$ ) e energia bruta ( $CDA_{EB}$ ) da ração comercial fornecida para a rã-touro, concordando com Castro et al. (2012), que também observaram que o aumento da frequência alimentar não influenciou a digestibilidade da proteína bruta em rã-touro.

Mouriño e Stéfani (2006) estudando diferentes métodos de coleta de fezes, encontraram valores de  $CDA_{PB}$ , em ração comercial fornecida para rã-touro, de 61,3 a 70,3%, semelhantes aos observados por Castro et al. (2012), de 64,19 a 70,78% para rãs alimentadas com ração comercial em diferentes frequências. No presente estudo os resultados dos  $CDA_{PB}$  foram um pouco maiores, com valores médios de 69,60 a 78,07%, dependendo do período e frequência de alimentação utilizada.

O fósforo e o cálcio são minerais importantes no crescimento dos organismos aquáticos, pois estão intimamente relacionados com o desenvolvimento e manutenção do sistema esquelético, além de participarem de diferentes processos fisiológicos incluindo a manutenção do equilíbrio ácido base (Lall e Lewis-McCrea, 2007). Entretanto, poucas são as informações sobre a disponibilidade desses minerais em alimentos fornecidos para a rã-touro.

Castro et al. (2012) observaram que o aumento da frequência alimentar não influenciou a disponibilidade aparente de cálcio e fósforo da ração comercial fornecida para rã-touro. No presente estudo, a frequência alimentar, independente do período de alimentação, influenciou os resultados de disponibilidade aparente desses minerais. Os

valores dos  $CDA_{Ca}$  e  $CDA_P$  foram maiores nas rãs alimentadas com frequência de 48 refeições/dia, com valores médios de 59,46% e 65,36%, respectivamente, diferente dos resultados observados por Castro et al. (2012), que encontraram para a maior frequência avaliada (46 refeições/dia) valores médios de 39,91% e 33,05% para  $CDA_{Ca}$  e  $CDA_P$ , respectivamente.

A partir de rações com altos coeficientes de digestibilidade é possível obter melhores respostas de conversão alimentar, maximizar os lucros e, principalmente, minimizar o impacto ambiental que alguns desses alimentos podem causar (Pezzato et al., 2004). Os efluentes da ranicultura, compostos por resíduos orgânicos e inorgânicos, podem comprometer os ecossistemas aquáticos com elevados níveis de amônia e fósforo (Borges et al., 2012). Portanto, é importante conhecer a digestibilidade dos alimentos fornecidos para as rãs e adequar ao melhor manejo alimentar, de forma a obter melhor aproveitamento nutricional com menor desperdício de alimento.

## 5. CONCLUSÃO

A alimentação da rã-touro em tanque-rede pode ser realizada nos períodos diurno, noturno ou diurno/noturno, com bons resultados de desempenho produtivo. Frequência e período de alimentação influenciaram os coeficientes de disponibilidade aparente de cálcio e fósforo da ração, entretanto, não houve influência sobre os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca, proteína bruta e energia bruta. Recomenda-se, para a alimentação da rã-touro em tanque-rede, com peso médio entre 79 a 255g e criação no período de outono e inverno (temperatura média da água de 16,3 a 20,7°C), 96 refeições/dia para os períodos diurno e diurno/noturno, e 48 refeições/dia para o período noturno.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGOSTINHO, C.A., OLIVEIRA, L.C., AGOSTINHO, L.M., SOUSA, R.M.R., KUNII, E.K., ARGENTIM, D., CASTRO, C.S., AGOSTINHO S.M.M., 2010. Alimentador automático para peixes e organismos aquáticos em geral. Brasil. PI10055363, 03 dez. 2010. INPI - Instituto Nacional da Propriedade Industrial.
- AOAC (Association of Official Analytical Chemists), 2000. Official Methods of Analysis, 17th ed. AOAC International, Gaithersburg, Maryland.
- AZZAYDI, M., MARTÍNEZ, F.J., ZAMORA, S., SÁNCHEZ-VÁZQUEZ, F.J., MADRID, F.J., 2000. The influence of nocturnal vs. diurnal feeding under winter conditions on growth and feed conversion of European sea bass (*Dicentrarchus labrax*, L.). *Aquaculture*, 182, 329–338.
- BAŞÇINAR, N., ÇAKMAK, E., ÇAVDAR, Y., AKSUNGUR, N., 2007. The effect of feeding frequency on growth performance and feed conversion rate of black sea trout (*Salmo trutta labrax* Pallas, 1811). *Turk. J. Fish. Aquat. Sci*, 7, 13-17.
- BEE, M.A., 2002. Territorial male bullfrogs (*Rana catesbeiana*) do not assess fighting ability based on size-related variation in acoustic signals. *Behav. Ecol.*, 13, 109-124.
- BEVERIDGE, M.C.M., 1996. Cage aquaculture. Fishing News Books, Oxford.
- BORGES, F.F., AMARAL, L.A., STÉFANI, M.V., 2012. Characterization of effluents from bullfrog (*Lithobates catesbeianus*, Shaw, 1802) grow-out ponds. *Acta Limn. Bras.*, 24, 160-166.
- BRAGA, L.G.T., LIMA, S.L., 2001. Influência da temperatura ambiente no desempenho da rã-touro, *Rana catesbeiana* (Shaw, 1802) na fase de recria. *R. Bras. Zootec.*, 30, 1659-1663.
- BRATISTROM, B.H., 1963. Preliminary review of the thermal requirements of amphibians. *Ecology*, 11, 238-255.
- BURY, R.B., WHELAN, J.A., 1984. Ecology and management of the Bullfrog. U.S. Fish and Wildlife Service, Resource Publication 155, Washington, DC.
- CASALI, A.P., MOURA, O.M., MENDES, R.R.B., CAMPOS, V.M., 2005. Efeito da densidade de estocagem no desempenho de rã-touro (*Rana catesbeiana*) em recria. *R. Bras. Zootec.*, 34, 1828-1834.

- CASTRO, C.S., AGOSTINHO, C.A., ARGENTIM, D., ALEXANDRE, J.S., OLIVEIRA, L.C., SOUZA, R.M.R., PADILHA, P., 2012. Feed digestibility and productive performance of bullfrogs fed in high and low frequency. *Aquaculture*, 326-329, 123-128.
- CYRINO, J.E.P., CONTE, L., 2000. Fundamentos da criação de peixes em tanques-rede. Aqualu, Piracicaba.
- DIAS, D.C., STÉFANI, M.V., FERREIRA, C.M., FRANÇA, F.M., 2008. Uso de probióticos em ração de rã-touro (*Rana catesbeiana*): desempenho produtivo. *Arch. Zootec.*, 57, 449-455.
- DUELLMAN, W.E., TRUEB, L., 1986. *Biology of Amphibians*. McGraw- Hill Book Company, New York.
- FIGUEIREDO, M.R.C., LIMA, S.L., AGOSTINHO, C.A., BAÊTA, F.C., WEIGERT, S.C. 2001. Estufas climatizadas para experimentos ambientais com rãs, em gaiolas. *R. Bras. Zootec.*, 30, 1135-1142.
- FRANÇA; F.M., DIAS; D.C., TEIXEIRA, P.C., MARCANTÔNIO, A.S., STÉFANI, M.V., ANTONUCCI, A., ROCHA; G., RANZANI-PAIVA; M.J.T., FERREIRA, C.M., 2008. Efeito do probiótico bacillus subtilis no crescimento, sobrevivência e fisiologia de rãs-touro (*Rana catesbeiana*). *B. Inst. Pesca*, 34, 403 - 412.
- FRASER, N.H.C., METCALFE, N.B., THORPE, J.E., 1993. Temperature-dependent switch between diurnal and nocturnal foraging in salmon. *Proc. R. Soc. Lond., B*, 252, 135–139.
- FURUYA, W.M., PEZZATO, L.E., MIRANDA, E.C., FURUYA, V.R.B., BARROS, M.M., 2001. Coeficientes de digestibilidade aparente da energia e nutrientes de alguns ingredientes pela tilápia-do-nilo, *Oreochromis niloticus* (L.) (linhagem tailandesa). *Acta Sci.*, 23, 465-469.
- FURUYA, W.M.; SOUZA, S.R.; FURUYA, V.R.B.; HAYASHI, C.; RIBEIRO, R.P. 1998. Dietas peletizada e extrusada para machos revertidos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) na fase de terminação. *Ciência Rural*, 28, 483-487.
- HIPOLITO, M., 2004. Manejo sanitário no cultivo de rã, in: RANZANI-PAIVA, M.J.T., TAKEMOTO, R.M., LIZAMA, M.A.P. (Eds.), *Sanidade de organismos aquáticos*. Varela, São Paulo, pp.330-351.

- KADRI, S., METCALFE, N.B., HUNTINGFORD, F.A., THORPE, J.E., 1997. Daily feeding rhythms in Atlantic salmon I: feeding and aggression in parr under ambient environmental conditions. *J. Fish Biol.*, 50, 267–272.
- LALL, S.P., LEWIS-MCCREA, L.M., 2007. Role of nutrients in skeletal metabolism and pathology in fish – An overview. *Aquaculture*, 267, 3-19.
- LEE, P.G., 1995. A review of automated control systems for aquaculture and design criteria for their implementation. *Aquacult. Eng.*, 14, 205-227.
- LEE, S., PHAM, M.A., 2010. Effects of feeding frequency and feed type on the growth, feed utilization and body composition of juvenile olive flounder, *Paralichthys olivaceus*. *Aquacult. Res.*, 41, 166-171.
- LIMA, S.L., AGOSTINHO, C.A.A., 1992. Tecnologia de criação de rãs. Imprensa Universitária, Viçosa.
- LIMA, S.L., CASALI, A.P., AGOSTINHO, C.A., 2003. Desempenho zootécnico e percentual de consumo de alimento de rã-touro (*Rana catesbeiana*) na fase de recria (pós-metamorfose) do sistema anfigranja. *R. Bras. Zootec.*, 32, 505-511.
- MOURIÑO, J.L.P., STÉFANI, M.V., 2006. Avaliação de métodos de coleta de fezes para determinação da digestibilidade protéica em rã-touro (*Rana catesbeiana*). *Ciênc. Rural*, 36, 954-958.
- NEKOUBIN, H., SUDAGAR, M., 2012. Effects of feeding frequency on growth performance and survival rate of grass carp (*Ctenopharyngodon idella*). *World Appl. Sci. J.*, 17,1001-1004.
- OLIVEIRA, F.A., AGOSTINHO, C.A., SOUSA, R.M.R., GONSALVES, H.C., ARGENTIM, D., CASTRO, C.S., 2009. Manejo alimentar com dispensador automático na recria de rã-touro. *Arch. Zootec.*, 58, 589-592.
- PEZZATO, L.E., MIRANDA, E.C., BARROS, M.M., FURUYA, W.M., PINTO, L.G.Q., 2004. Digestibilidade aparente da matéria seca e da proteína bruta e a energia digestível de alguns alimentos alternativos pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Acta Sci. Anim. Sci.*, 26, 329-337.
- SHAHAT, T.M., 1993. Digestibility determination in catfish fingerling using internal and external markers. *Vet. Med. J. Giza*, 41, 83-91.
- SOUSA, R.M.R., AGOSTINHO, C.A., OLIVEIRA, F.A., ARGENTIM, D., NOVELLI, P.K., AGOSTINHO, S.M.M., 2012. Productive performance of Nile

- tilapia (*Oreochromis niloticus*) fed at different frequencies and periods with automatic dispenser. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, 64, 192-197.
- SOUSA, R.M.R., AGOSTINHO, C.A., OLIVEIRA, F.A., ARGENTIM, D., OLIVEIRA, L.C., WECHSLER, F.S., AGOSTINHO, S.M.M., 2010. Recria de rã-touro (*Rana catesbeiana*) em tanques-rede alojados em viveiros de tilápia. *Arch. Zootec.*, 59, 31-38.
- TEODORO, S.M., CHAVES, M.A., ESCOBEDO, J.F., AGOSTINHO, C.A., 2005. Relação de variáveis ambientais em baias cobertas com polietileno e desempenho da rã-touro (*Rana catesbeiana*). *Engenharia Agrícola*, 25, 46-56.
- TIRIL, U., ALAGIL, F., 2009. Effects of feeding frequency on nutrient digestibility and growth performance of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed a high lipid diet. *Turk. J. Vet. Anim. Sci.*, 33, 317-322.
- TRUSHENSKI, J., ROMBENSO, A., SCHWARZ, M.H., BOWZER, J., GAUSE, B., DELBOS, B., SAMPAIO, L.A., 2012. Feeding rate and frequency affect growth of juvenile atlantic spadefish, *North Am. J. Aqua.*, 74, 107-112.
- TÜRKER, A., YILDIRIM, O., 2011. The effect of feeding frequency on growth performance and body composition in juvenile rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) reared in cold seawater. *Afr. J. Biotechnol.*, 10, 9479-9484.
- VEGA, R., VALDEBENITO, I., ALFARO, D., CHRDENAS, S., 1994. Effect of feeding frequency on growth and survival of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) farmed at Lautaro Fish Farming Experimental Station, Chile. *Abstracts /Aquaculture*, 124, 291.
- WANG, N., HAYWARD, R.S., NOLTIE, D.B., 1998. Effect of feeding frequency on food consumption, growth, size variation, and feeding pattern of age-0 hybrid sunfish. *Aquaculture*, 165, 261-267.
- WIEWANDT, T.A., 1969. Vocalization, aggressive behavior, and territoriality in the bullfrog, *Rana catesbeiana*. *Copeia*, 1969, 276-285.
- YAMAMOTO, T., SHIMA, T., FURUITA, H., TSUGITA, T., SUZUKI, N., 2007. Effects of feeding time, water temperature, feeding frequency and dietary composition on apparent nutrient digestibility in rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* and common carp *Cyprinus carpio*. *Fish. Sci.*, 73: 161-170.

- ZHOU, Z., XIE, C.S., ZHU, X., ZHU, X., LEI, W., XUE, M., YANG, Y., 2003. Effect of feeding frequency on growth, feed utilization, and size variation of juvenile gibel carp (*Carassius auratus gibelio*). J. Appl. Ichthyol., 19, 244-249.
- ZUG, G.R., VITT, L.J., CALDWELL, J.P., 1993. Herpetology: An Introductory Biology of Amphibians and Reptiles, second ed. Academic Press, San Diego.

**CAPÍTULO IV**  
**CONSIDERAÇÕES FINAIS**

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A criação de rã-touro em tanque-rede, juntamente com a automação da alimentação, representa grande avanço na ranicultura com relação à instalação e manejo alimentar. Esse sistema de criação apresenta como principal característica a qualidade da água, proporcionando ambiente adequado para criação de rãs, além de possibilitar o policultivo com tilápias, reduzindo o impacto das sobras de ração sobre o ambiente aquático. Todas essas características associadas ao correto manejo alimentar garantem o sucesso da criação, com produtividade e sustentabilidade.

A utilização de alimentadores automáticos permite o controle eficiente da quantidade de ração fornecida, além de possibilitar a alimentação diurna e noturna com alta frequência alimentar. A alimentação da rã-touro em tanque-rede com frequência de 96 refeições/dia reduz os valores de conversão alimentar, com conseqüente diminuição dos desperdícios de ração. A rã-touro pode ser alimentada nos períodos diurno, noturno e diurno/noturno com bons resultados de desempenho produtivo. Recomenda-se, para a alimentação da rã-touro em tanque-rede no período de outono e inverno, 96 refeições/dia para os períodos diurno e diurno/noturno, e 48 refeições/dia para o período noturno.

As diferentes frequências e períodos de alimentação não influenciaram os coeficientes de digestibilidade aparente da proteína bruta e matéria seca da ração fornecida para a rã-touro. Os coeficientes de digestibilidade aparente do cálcio e fósforo foram maiores na frequência de 48 refeições/dia, entretanto sugere-se que novas pesquisas sejam realizadas, associando digestibilidade do alimento com diferentes manejos alimentares para a rã-touro, já que são poucos os trabalhos na literatura sobre esse assunto, limitando a comparação e discussão mais detalhada dos resultados.

O manejo alimentar feito por CLP (controlador lógico programável), com o fornecimento da ração baseado na estimativa do ganho de peso diário dos animais, é prática inovadora, mas ainda recente na criação da rã-touro, e, portanto, é importante que novas pesquisas sejam realizadas para avaliar qual melhor taxa de alimentação e conversão alimentar a serem utilizadas na programação, para garantir maior eficiência dessa nova prática de manejo alimentar.