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

CRIAÇÃO DE RÃS-TOURO EM BAIAS FLUTUANTES E TANQUES-REDE COM AUTOMAÇÃO DO MANEJO ALIMENTAR

ANDERSON APARECIDO DIAS SANTOS

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

BOTUCATU – SP
2018

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

CRIAÇÃO DE RÃS-TOURO EM BAIAS FLUTUANTES E TANQUES-REDE COM AUTOMAÇÃO DO MANEJO ALIMENTAR

ANDERSON APARECIDO DIAS SANTOS
Zootecnista

Orientador: Prof. Dr. CLÁUDIO ANGELO AGOSTINHO

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

BOTUCATU – SP
2018

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

Santos, Anderson Aparecido Dias, 1984-
S237c Criação de rãs-touro em baias flutuantes e tanques-rede com automação do manejo alimentar / Anderson Aparecido Dias Santos. - Botucatu: [s.n.], 2018
vii, 51 f.: fots. color., grafs. color., tabs.

Tese (Doutorado)- Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu, 2018
Orientador: Cláudio Angelo Agostini
Inclui bibliografia

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

Elaborada por Ana Lucia G. Kempinas - CRB-8:7310

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte"

Aos meus pais, familiares e amigos, dedico esta tese.

AGRADECIMENTOS

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

A Deus, que me deu forças para prosseguir, me acalmou quando necessário e cuidou para que tudo corresse bem.

Aos meus pais, Iraci Pachelli Dias Santos e José Domingos Santos, por toda a educação, amor, carinho, apoio emocional, moral, financeiro, tudo que fez eu me tornar quem hoje eu sou.

Ao Professor Claudio Angelo Agostinho, pelo exemplo como pessoa e profissional;

À Sueli M. Agostinho pela amizade, preocupação e dedicação;

À minha namorada Cibele, por ser minha companheira, minha parceira e me aturar durante todo esse tempo.

Aos amigos do setor de Aquicultura da FMVZ: Célio, Junior, Evandro, Gabriel, João, Obedias, e estagiários pela amizade e por toda a ajuda;

Aos meus amigos Lucas, Leonardo, Caio, Gustavo, Guilherme, Matheus... pelos momentos de descontração e alegrias;

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001

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

Biografia do autor

Graduado em Zootecnia pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (2008-2012).Em 2008 durante estágio, realizou um trabalho intitulado "DESENVOLVIMENTO DE TÉCNICAS DE IDENTIFICAÇÃO INDIVIDUAL, POR SISTEMA ELETRÔNICO, APLICADAS A JACUS (Penelope obscura)" sendo este seu primeiro trabalho publicado. Em 2010 foi Organizador do curso de "NOVOS ENFOQUES NA OVINOCULTURA" durante a SEAB. Em 2011, foi bolsista de extensão universitária pela PROEX intitulado "IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE ALIMENTAÇÃO AUTOMÁTICA PARA RÃS EM BAIAS INUNDADAS DE UM RANÁRIO COMERCIAL.". Em 2012, concluiu estágio curricular obrigatório de 6 meses na piscicultura Hirose, onde acompanhou todas as fases de criação da tilápia. Realizou mestrado na área de Aquicultura pelo programa de pós-graduação em Zootecnia da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da UNESP Botucatu (2013-2015), com a dissertação intitulada "REVERSÃO SEXUAL DE TLÁPIAS GIFT CRIADAS EM HAPAS E SUBMETIDAS A DIFERENTES TAXAS DE ALIMENTAÇÃO EM ALTA FREQUÊNCIA" e atuando na área de manejo alimentar, nutrição, reprodução e manejo de peixes e rãs. Realizou esta tese de doutorado na área de Ranicultura pelo programa de pós-graduação em Zootecnia da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da UNESP Botucatu (2015 – 2018).

SUMÁRIO

CAPÍTULO I **Página**

1. Considerações iniciais....2
   - 1.1 Ranicultura....2
   - 1.2 Biologia da rã-touro....2
   - 1.3 Histórico dos sistemas de criação....4
   - 1.4 Evolução dos sistemas de criação....5
     - 1.4.1 Tanques múltiplos....5
     - 1.4.2 Confinamento....5
     - 1.4.3 Tanque-ilha....6
     - 1.4.4 Anfigranja....6
     - 1.4.5 Gaiolas....7
     - 1.4.6 Ranabox....7
     - 1.4.7 Inundado....7
     - 1.4.8 Tanque-rede....8
     - 1.4.9 Criação consorciada de rãs e peixes em tanque rede....9
   - 1.5 Automação do manejo alimentar....9
   - 1.6 Bibliografia....13

CAPÍTULO II **Página**

2. Tamanho inicial de rãs-touro (pós-metamorfose) criadas em baias flutuantes com automação do fornecimento de ração
   - 2.1 Resumo....20
   - 2.2 Abstract....21
   - 2.3 Introdução....22
   - 2.4 Material e métodos....23
   - 2.5 Resultados....27
   - 2.6 Discussão....29
   - 2.7 Conclusão....31
   - 2.8 Bibliografia....31

CAPÍTULO III **Página**

3. Criação de rãs-touro em tanques-rede adaptados com diferentes tipos de plataformas para apoio das rãs e com automação do fornecimento de ração
3.1 Resumo..... 35
3.2 Abstract..... 36
3.3 Introdução..... 37
3.4 Material e métodos..... 38
3.5 Resultados..... 43
3.6 Discussão..... 45
3.7 Conclusão..... 48
3.8 Bibliografia..... 48

CAPITULO I

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

1.1 Ranicultura

A ranicultura é uma atividade em crescimento no Brasil, sendo a rã-touro (Lithobates catesbeianus) a espécie de rã mais cultivada no mundo. Os dados de produção e consumo tanto brasileiro quanto mundial são apontados juntamente com outros pescados, como camarão, ostras e mariscos em geral (FAO, 2016). Os países que figuram entre os maiores criadores mundiais como Taiwan, Indonésia, Tailândia e China não produzem o animal com regularidade, suas exportações dependem do extrativismo. Paises como o Brasil, México, Chile, Equador, Cuba, Argentina e Uruguai se destacam por desenvolverem a criação em ciclos fechados do tipo intensiva e toda a produção é escoada para grandes centros ou exportada (AFONSO, 2012).

1.2 Biologia da rã-touro

A rã-touro é originária da região central e leste da América do Norte, sendo conhecida como uma das maiores espécies de anuro do continente. Apresenta dimorfismo sexual aparente, os machos possuem membranas timpânicas com diâmetro maior que o dos olhos, região gular amarelada e calo nupcial desenvolvido na base do polegar. As fêmeas possuem a membrana timpânica com diâmetro semelhante ao dos olhos, região gular e ventre esbranquiçados, sendo que um indivíduo adulto da espécie *Lithobates catesbeianus* pode chegar a 20 cm e pesar em torno de 500 g (BURY e WHELAN, 1984).

A rã-touro passa de girino herbívoro para um indivíduo carnívoro que se alimenta de insetos, vertebrados e outros anuros. Em seu ambiente natural são altamente territorialistas, predando qualquer animal que se movimente na sua frente (DUELLMAN e TRUEB, 1986; BOELTER e CECHIN, 2007; PASCUAL e GUERRERO, 2008). Esta espécie possui hábito alimentar generalista e por ser predadora, regula a ocorrência e demografia de populações viventes em seu habitat (GOVINDARAJULU et al., 2006). Wu et al. (2005) analisaram o conteúdo estomacal de rãs-touro e encontraram espécies distintas de artrópodes, anelídeos e moluscos. Azevedo (2015) cita que em ambiente natural a rã-touro alimenta-se basicamente de Anuros (girinos), Basommatophora (Gastropoda), Hymnoptera (Formicidae) além de exemplares de *Lithobates catesbeianus* (rã-touro).

Na criação intensiva de rãs, vários fatores ambientais podem influenciar a produção e a reprodução, sendo que a temperatura pode ser considerada o fator mais importante, além da alimentação, luz e chuva (LIMA e AGOSTINHO, 1992; BRAGA e LIMA, 2001; FIGUEIREDO et al., 2001)

A rã-touro, assim como todos os anfíbios, é um animal ectotérmico, ou seja, seu metabolismo depende da temperatura ambiente, portanto, seu crescimento pode ser afetado pela temperatura e quando são criadas em uma faixa de temperatura ótima, o consumo de alimento aumenta, possibilitando maior ganho de peso em menor tempo (BRAGA e LIMA, 2001).

Os anfíbios regulam a temperatura corpórea entrando ou saindo da água, perdendo calor por evaporação, ou se expondo aos raios solares para aumentar a temperatura do corpo (BRATISTROM, 1963), além disso, fazem alterações da postura corporal para modificar a superfície evaporativa (LILLYWHITE, 1970).

O metabolismo aliado a termorregulação são essenciais para a sobrevivência da espécie, pois quando as temperaturas corporais aumentam, há um aumento das taxas digestivas acelerando o crescimento e consequentemente, a deposição de gordura (DUELLMAN e TRUEB, 1986). O melhor crescimento da espécie nas faixas mais altas de temperatura pode ser explicado pelos níveis mais altos de hormônios tireoidianos encontrados no plasma quando em conforto térmico (FIGUEIREDO, 1996).

Existem algumas disparidades quantos os dados de pesos de rãs-touro criadas nos diferentes sistemas de criação e dentro do mesmo sistema. Diversos autores relataram a existência de diferenças no tamanho de animais em ponto de abate, consumo desigual de lotes e falta de estimativas de valores produtivos, entre outros (Lima e Agostinho, 1992).

Na fase de pré-engorda os animais passam de 4 a 5 g até 20 a 30g, período que dura em torno de 30 dias no sistema anfigranja. Durante este período os animais são condicionados a comer ração e quando o peso médio está em torno de 20 a 30 g são então transferidas para o setor de engorda propriamente dito, onde permanecerão até atingirem peso de abate (LIMA e AGOSTINHO, 1995). Fontanello et al. (1993), testaram a engorda de rãs-touro, dentro de estufas, em diferentes tipos de tanque e encontraram valores

médios de ganho de peso individual de 129,44 g para os tanques-ilha, 90,38 g para confinamento, 109,75 g para o sistema anfigranja e 47,48 g em gaiolas durante 112 dias de experimento. Sousa et al., (2010) testou diferentes densidades, durante o inverno, em tanques-rede instalados em um viveiro de tilápia e encontrou ganho individual de 27,86 g.

O peso de abate de rãs-touro é em torno de 170 a 200 g (FERREIRA et al., 2002). Segundo Lima et al, (1999) o peso de abate de rãs-touro no Brasil foi determinado conforme a conversão alimentar atingida pelo animal e pela demanda do mercado consumidor.

1.3 Histórico dos sistemas de criação

O primeiro país a explorar os anuros visando à venda da sua carne foi Cuba, em meados de 1917, quando os animais eram caçados em pântanos e em terrenos alagados, abatidos e exportados. Em 1976, foi exportada cerca de 600 toneladas de carne de rã, mas como a coleta era predatória, a população de rãs naquele país quase foi extinta (LIMA e AGOSTINHO, 1988).

No Brasil, a ranicultura é datada de meados de 1935 quando foram trazidos dos Estados Unidos 300 exemplares da espécie *Rana catesbeiana* (FERREIRA et al, 2002). Com a instalação do Ranário Aurora, no Rio de Janeiro, as primeiras baias e tipos de criação começaram a ser desenvolvidos (RANÁRIO AURORA, 1935). Os viveiros eram semelhantes aos utilizados nas criações de peixes, com certa área de água, cercado por terra e fechados lateralmente para evitar que os animais escapassem (LIMA e AGOSTINHO, 1988). No final da década de 70, a ranicultura brasileira despertou o interesse de alguns criadores que foram estimulados pela divulgação do potencial da atividade (LIMA e AGOSTINHO, 1992).

Com o crescimento da ranicultura ocorreu a evolução dos sistemas de criação, passando por tanques múltiplos (VIZOTTO, 1975); confinamento (OLIVEIRA, 1983); tanque-ilha (FONTANELLO et al., 1984); anfigranja (LIMA e AGOSTINHO, 1988); gaiolas (FONTANELLO et al., 1988); ranabox (RANAMIG, 2009); baia inundada

(MAZZONI et al., 1995); tanque-rede (SOUSA et al., 2010); criação consorciada de rãs e peixes em tanques-rede (CASTRO et al., 2014b); e as baias flutuantes.

A ranicultura pouco evoluiu em relação ao balanceamento das rações e as exigências nutricionais, mas por outro lado, o manejo alimentar evoluiu consideravelmente. As rações utilizadas na ranicultura, ainda não apresentam suas composições baseadas nas necessidades proteica e energética dos animais, sendo sempre rações balanceadas para peixes carnívoros. Lima e Agostinho (1984) já citavam os problemas relacionados à nutrição e ao manejo alimentar das rãs, como a inexistência de rações para as diferentes fases de criação, falta de conhecimento das exigências nutricionais, rações comerciais produzidas em pequena escala e manejo alimentar muito variado.

1.4 Evolução dos sistemas de criação

1.4.1 Tanques Múltiplos:

Os tanques múltiplos foram os primeiros tanques a serem utilizados para a criação de rãs em cativeiro no Brasil. Eram viveiros escavados sem cobertura, cercados nas laterais para evitar fugas, excessivamente vegetados, com terra batida, semelhantes aos brejos e margens de lagoas, sem o mínimo controle populacional e da qualidade da água (LONGO, 1986).

A alimentação era feita de forma rústica, sendo colocados nos cantos do ranário, restos de alimentos e carcaças de animais em decomposição para atrair insetos (dípteros/moscas) e para desenvolvimento das suas larvas (FERREIRA, 2002). A utilização de algumas lâmpadas, que a noite atraiam insetos para o local, aumentava a opção alimentar (LIMA e AGOSTINHO, 1988). Devido à falta de controle populacional, muitas vezes ocorria escassez de alimento aumentando os índices de canibalismo ou as rãs morriam de fome (LONGO, 1986).

1.4.2 Confinamento:

Os tanques de confinamento eram feitos de cimento e sem vegetação. Os cercados eram feitos de alvenaria e cobertos com telas, ou fibrocimento para afastar predadores,

sendo que 25% da área total da baia era inundada (OLIVEIRA, 1983; LONGO, 1986). A alimentação consistia de larvas produzidas em restos de alimentos e carcaças.

1.4.3 Tanque-ilha:

Em meados de 1980 foram desenvolvidos os tanques-ilha, que eram tanques feitos de alvenaria, com 70 a 80% de área seca e 20 a 30% de área inundada com uma ilha no centro, onde eram depositados os produtos orgânicos para a criação de larvas e alimentação das rãs (WIRZ et al., 1995).

A alimentação das rãs-touro nos tanques era realizada com larvas de moscas varejeira produzidas em restos de carne ou peixe, comprometendo a sanidade. O Ranário Real (Belém, PA) que possuía baias com este modelo, perdeu em torno de 90% do seu plantel em menos de 30 dias devido contaminação por *Streptococcus* (grupo B, não-hemolítico), presentes nos restos de carcaça (LIMA e AGOSTINHO, 1988).

O desenvolvimento das técnicas de criação de larvas de moscas domésticas em ambientes controlados para a suplementação na alimentação das rãs foi um passo importante na evolução do manejo alimentar, pois evitava os riscos sanitários e a instabilidade na obtenção das larvas (LIMA e AGOSTINHO, 1988).

Lima e Agostinho (1984 e 1988) foram pioneiros na alimentação de rãs-touro com o auxílio de larvas de mosca, oferecida em um comedouro. Os pesquisadores formularam a rações específicas para rãs, baseadas nos hábitos alimentares e nas exigências nutricionais de peixes carnívoros.

1.4.4 Anfigranja:

O sistema anfigranja foi o primeiro sistema de criação racional, que possibilitava a criação de rãs nativas brasileiras. Este sistema consistia de galpões de alvenaria, semelhantes aos utilizados nas criações de aves, fechados lateralmente com cortinas que permitiam maior controle do ambiente interno e conforto térmico dos animais (LIMA e AGOSTINHO, 1988).

Este sistema possui instalações e manejos específicos para cada fase de desenvolvimento da rã-touro, contando com os setores de reprodução, girinos, engorda, alimentos e apoio. A ração é fornecida em comedouros com larvas de mosca criadas em moscarios (LIMA e AGOSTINHO, 1988).

1.4.5 Gaiolas:

O sistema de gaiolas é bem próximo ao que se utiliza em frangos de postura e coelhos. Eram gaiolas colocadas a 70 cm do chão, tendo 25 cm de largura com o fundo confeccionado de chapas galvanizadas divididas em duas partes, uma área com 5,0 cm de lâmina d´agua e uma área seca com um comedouro com ração fornecida *ad libitum* (FONTANELLO, 1988).

1.4.6 Ranabox:

Em 1990 surgiu o Sistema Ranabox proposto pelo Sr. Haroldo Aguiar, de Betim (MG). Este sistema adaptou as características do sistema de Gaiolas, até então utilizado apenas experimentalmente, para o uso comercial dos produtores. Ele ficou conhecido também como a "criação de rãs em andares" (CRIBB et al, 2013).

Algumas empresas começaram a fabricar e vender o sistema de produção como é o caso da RANAMIG. A empresa refere o produto como uma estante com bandejas sobrepostas como se fossem gavetas, com uma pequena camada de agua simulando o sistema inundado, permite o aquecimento da água individualmente para cada bandeja e um sistema de escoamento da água para retirar as sujidades do meio líquido através de tubos (RANAMIG, 2009). O manejo alimentar é feito por ração extrudada fornecida a lanço na superfície da água, onde permanece boiando até ser consumida ou afundar.

1.4.7 Inundado:

Foi desenvolvido em Taiwan e implantado no Brasil por criadores argentinos. As baias apresentam em torno de 5,0 cm do fundo totalmente coberto por água, sem abrigos e cochos sendo que, o alimento é oferecido a lanço e permanece flutuante até a captura pela rã (FERREIRA, 2002).

Pode ser feita de cimento, plástico e de outros materiais, tem sistema de escoamento de água através de tubos de PVC ligados a parte mais profunda das baias, propicia fácil manejo de limpeza e troca rápida de água. A lâmina d´água que permanece neste tipo de baia vai depender do tamanho dos animais (MELLO, 2000). O nível da água na baia não pode ser muito alto, pois as rãs precisam apoiar as patas para capturar o alimento (DUELLMAN e TRUEB, 1986).

O movimento dos pellets de ração extrusadas, que são jogados diretamente na água, fornecem estímulos suficientes para que as rãs capturem a ração, dispensando o uso de larvas de mosca nos comedouros (MAZZONI, 1997; MELLO, 2001). Dentre as outras vantagens deste sistema, pode-se citar a maior densidade de estocagem, crescimento homogêneo e baixo índice de canibalismo (MAZZONI, 1997). Entretanto, esta proposta de fornecer a ração diretamente na água gera desafios, pois a ração quando fornecida em grande quantidade sobre a água afunda com o movimento das rãs, tornando-se inacessível, e desta forma, o desperdício de ração pode comprometer a qualidade da água e também o desempenho produtivo dos animais (CASTRO et al., 2012).

Nos outros sistemas, as rãs-touro tem uma parte seca e uma parte úmida, onde podem fazer a termorregulação, já neste sistema, as rãs-touro permanecem todo o tempo dentro da agua. Segundo Borges et al. (2012), os sistemas de produção que utilizam um pequeno volume de água, são ambientes favoráveis para o crescimento de bactérias, além de aumentar os níveis de amônia no ambiente de criação, devido ao acumulo de nutrientes e matéria orgânica provenientes de restos de ração, peles e excretas. A criação de animais em altas densidades prejudica as condições higiênicas das baias (CASALI et al., 2005).

1.4.8 Tanque-rede:

Sousa et al. (2010) propuseram a criação da rã-touro em tanque-rede um sistema superintensivo que já está consolidado para a criação de peixes, pois apresenta constante renovação de água e permite alta densidade de estocagem (CYRINO e CONTE, 2000; ZIMMERMANN e FITZSIMMONS, 2004)

Neste tipo de criação, utilizam-se tanques-rede da criação de peixes adaptados para rãs-touro. Dentro do tanque-rede, é colocada uma plataforma com armação de PVC

coberta com uma tela que serve de apoio para as rãs-touro na hora de se alimentarem, em uma das extremidades, é colocado um abrigo para que os animais possam se esconder de predadores. O manejo alimentar é feito através de alimentadores automáticos controlados por timers para jogarem ração extrudada (SOUSA et al., 2010).

1.4.9 Criação consorciada de rãs e peixes em tanque rede:

As baias experimentais para criação de rãs em policultivo com tilápias são feitas através de caixas de polipropileno com um fundo de tela que são acopladas na parte superior de um tanque-rede de criação de tilápias. As caixas são posicionadas para que internamente tenham uma lâmina d´água em torno de 5,0 cm. Abaixo destas caixas, dentro do tanque rede, são colocadas tilápias em fase de juvenis. Neste sistema a ração é calculada apenas para as rãs e as tilápias se alimentam das sobras de ração (CASTRO et al., 2014b).

Neste sistema, a oferta de ração pode ser realizada por alimentadores automáticos controlados por um Controlador Lógico Progamável (CLP) que corrige diariamente a quantidade de ração. Isso contribui para o controle mais eficiente da produção e permite que a alimentação seja feita em alta frequência. A utilização de alta frequência alimentar melhora o crescimento e a conversão alimentar na produção da rã-touro (OLIVEIRA et al., 2009; CASTRO et al., 2012, 2014a). Vários autores também observaram que na produção de peixes, o aumento da frequência alimentar pode melhorar a sobrevivência (VEGA et al., 1994; FERREIRA et al., 2007; NEKOUBIN e SUDAGAR, 2012), uniformidade (WANG et al., 1998; OLIVEIRA et al., 2016), crescimento e eficiência alimentar (ZHOU et al., 2003; SOUSA et al., 2012), além de melhorar a qualidade da água (PHILLIPS et al., 1998), diminuir os desperdícios de ração (SOUSA et al., 2012; OLIVEIRA et al., 2016) e tornar a produção mais lucrativa (KUNII, 2010).

1.5 Automação do manejo alimentar

O fornecimento de ração nos ranários comerciais é feito manualmente, geralmente são feitos até quatro tratos por dia, e a ração é oferecida a lanço. Logo que entra em contato com a água, caso não seja consumida, a ração começa a encharcar e com o pisoteio das rãs acaba afundando e tornando-se indisponível o consumo. Os nutrientes em excesso

na água contribuem para aumento da produção orgânica do meio e, quando a produção de matéria orgânica é maior do que a capacidade de se decompor, iniciam-se as mudanças no ecossistema gerados pelos excessos de nutrientes. Além disso, a água se torna um meio de cultura para bactérias patogênicas oportunistas que podem comprometer a saúde das rãs (HUTCHINSON, 1975; MARGALEF, 1983; ESTEVES, 1998; FAO, 2009).

A automação do manejo alimentar contribui para o controle mais eficiente do fornecimento de ração, reduzindo os desperdícios. Agostinho et al. (2004; 2010) desenvolveram alimentadores automáticos que podem ser utilizados na alimentação de rãs em sistemas inundados e em tanques-rede, permitindo o fornecimento da ração em alta frequência, ou seja, a porção diária é fracionada em pequenas quantidades e fornecida mais vezes durante o dia, além de possibilitar o fornecimento durante o período noturno. A utilização de alta frequência alimentar melhora o crescimento e a conversão alimentar na produção da rã-touro (OLIVEIRA et al., 2009; CASTRO et al., 2012, 2014a).

A utilização de alimentadores automáticos pode promover aumento da eficiência alimentar dos animais em comparação com a alimentação manual (OGUNLELA, 2014). Segundo BARBOSA et al. (2011), a melhor taxa de alimentação para uma determinada espécie deve melhorar a eficiência alimentar e prevenir o comprometimento da qualidade da água. A subalimentação ou o excesso de alimento podem ser prejudiciais, comprometendo o crescimento dos animais, ou a qualidade da água respectivamente (MOREIRA et al., 2001).

Existem vários sistemas de alimentação automática que vão de lançadores de ração, dispensadores, alimentadores por demanda, até sistemas avançados que controlam a oferta pelo apetite dos peixes (LEKANG, 2009), pelo número de pellets não consumidos sob a água, por câmeras sub-aquáticas e o controle dos alimentadores é feito através de um CLP (PURSER, 1993).

O CLP foi idealizado nos Estados Unidos ao final da década de 1960, pela indústria automobilística, que na época tinha a necessidade de criar um elemento de controle versátil e, ao mesmo tempo, com uma rápida capacidade de modificação da sua programação (SOUSA, 2004). O CLP é um microprocessador que usa memória programável para armazenar instruções e implementar funções de lógica, sequência,

temporização e aritmética para controlar eventos e pode ser facilmente reprogramado para diferentes tarefas (BOLTON, 2010).

O controle do CLP é feito por meio de uma programação pré-estipulada e por instrumentos que tem funções distintas como medir e transmitir informações. Os sensores de temperatura e oxigênio são os principais elementos para o monitoramento e automação da aquicultura (PAREDE, 2011).

A oferta de ração nos ranários comerciais é feita por meio de dados em planilhas que são atualizados semanal ou quinzenalmente. Com a automação da oferta, a correção da quantidade de ração é feita diariamente, possibilitando um ajuste fino e melhor controle da oferta de ração. A utilização dos CLP no controle de alimentadores automáticos para peixes e rãs com correção diária da oferta de acordo com o crescimento diário e ajuste instantâneo da quantidade de ração de acordo com a temperatura e oxigênio dissolvido na água foi proposta por Agostinho et al. (2012). Os autores desenvolveram um programa para CLP (Aqui-O-Matic®) que é carregado com informações necessárias para a oferta de ração e as correções de acordo com a variação nos parâmetros da água por sensores de temperatura e oxigênio, ao aparelho.

As novas tecnologias no manejo alimentar da rã-touro, como o fornecimento da ração por meio de alimentadores automáticos, ajustes no fornecimento de acordo com o crescimento dos animais e com as variações da temperatura da água, objetivam além do aumento da produtividade, a redução dos desperdícios de ração e, consequentemente, redução dos impactos ao ambiente aquático, contribuindo para a sustentabilidade da ranicultura.

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

Capítulo II – Tamanho inicial de imagos de rã-touro para a recria em baias flutuantes com automação do fornecimento de ração. A redação deste capítulo foi realizada de acordo com as normas de publicação do periódico Aquacultural Engineering.

Capítulo III – Criação de rãs-touro em tanques-rede adaptados com diferentes tipos de plataformas para apoio das rãs com automação do fornecimento de ração. A redação deste capítulo foi realizada de acordo com as normas de publicação do periódico Aquaculture.

BIBLIOGRAFIA

AFONSO, A. M. Ranicultura se consolida com cadeia produtiva operando em rede interativa. **Visão Agrícola**, n. 11, jul/dez 2012. Disponível em: <http://www.esalq.usp. br/visaoagricola/sites/default/files/va11-segmentos-da-aquicultura04.pdf>. Acesso em: 11 maio 2018.

AGOSTINHO, C. A.; LIMA, S. L.; FORTES, J. V.; GUIMARÃES, M. A. **Dispensador automático de ração**. BR n. PI04036123, 23 ago. 2004. INPI - Instituto Nacional da Propriedade Industrial, 2004.

AGOSTINHO, C. A.; OLIVEIRA, L. C.; AGOSTINHO, L. M.; SOUSA, R. M. R.; KUNII, E. K.; ARGENTIM, D.; AGOSTINHO, S. M. M. **Alimentador automático para peixes e organismos aquáticos em geral**. BR n. PI10055363, 3 dez. 2010. INPI - Instituto Nacional da Propriedade Industrial, 2010.

AGOSTINHO, C. A.; CONTESSOTI JUNIOR, J.; AGOSTINHO, S. M. M.; CASTRO, C. S.; RIBEIRO, R. R.; ARGENTIM, D. Automação no fornecimento de ração com base nas variações da temperatura da água e ganho diário de peso de peixes e rãs. In: MOSTRA CIENTÍFICA EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS, 8., MOSTRA CIENTÍFICA DA FMVZ, 16., REUNIÃO CIENTÍFICA DA FAZENDA LAGEADO, 19., Botucatu. **Anais...** Botucatu, 2012.

AZEVEDO, P. S. **Conteúdo gastrointestinal de rã-touro (*Lithobates catesbeianus*) e rã manteiga (*Leptodactylus latrans*) no município de Viçosa, Minas Gerais e circunvizinhos**. 2015. 77 p. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2015.

BARBOSA, M. C.; NEVES, F. F.; CERQUEIRA, V. R. Taxa alimentar no desempenho de juvenis de robalo-peva em tanque-rede. **Acta Scientiarum Animal Sciences,** Maringá, v. 33, n. 4, p. 369-372, 2011.

BOELTER, R. A.; CECHIN, S. Z. Impacto da dieta de rã-touro (*Lithobates catesbeianus* - Anura, Ranidae) sobre a fauna nativa: estudo de caso na região de Agudo - RS-Brasil. **Natureza e Conservação**, Curitiba, v. 5, n. 2, p. 45-53, 2007.

BOLTON, W. **Mecatrônica:** uma abordagem multidisciplinar. 4. ed. Bookman, 2010.

BORGES, F. F.; AMARAL, L. A.; STÉFANI, M. V. Characterization of effluents from bullfrog (*Lithobates catesbeianus*, Shaw, 1802) grow-out ponds. **Acta Limnologica Brasiliensia**, Botucatu, v. 24, p. 160-166, 2012.

BRAGA, L. G. T.; LIMA, S. L. Influência da temperatura ambiente no desempenho da rã-touro, *Rana catesbeiana* (Shaw, 1802) na fase de recria. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 30, p. 1659-1663, 2001.

BRATISTROM, B. H. Preliminary review of the thermal requiriments of amphibians. **Ecology**, Washington, DC, v. 11, p. 238-255, 1963.

BURY, R. B.; WHELAN, J. A. **Ecology and management of the bullfrog**. Washington, DC: U.S. Fish and Wildlife Service, 1984.

CASALI, A. P.; MOURA, O. D.; MENDES, R. D. R. B.; CAMPOS, V. D. M. Efeito da densidade de estocagem no desempenho de rã-touro (*Rana catesbeiana*) em recria. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 34, p. 1828-1834, 2005.

CASTRO, C. S.; AGOSTINHO, C. A.; ARGENTIM, D.; ALEXANDRE, J. S.; OLIVEIRA, L. C.; SOUSA, R. M. R.; PADILHA, P. M. Feed digestibility and productive performance of bullfrogs fed in high and low frequency. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 326-329, p. 123-128, 2012.

CASTRO, C. S.; ARGENTIM, D.; NOVELLI, P. K.; COSTA, J. M.; MENEZES, C. S. M.; NETO, A. C.; VIEIRA, J. C. S.; PADILHA, P. M.; AGOSTINHO, C. A. Feed digestibility and productive performance of bullfrogs raised in cages and fed in different periods and high frequency. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 433, p. 1-5, 2014a.

CASTRO, C. S.; RIBEIRO, R. R.; AGOSTINHO, L. M.; SANTOS, A. A. D.; CARMELIN JUNIOR, C. A.; CHAN, R. V.; NETO, J. F.; AGOSTINHO, C. A. Polyculture of frogs and tilapia in cages with high feeding frequency. **Aquacultural Engineering**, Essex, v. 61, p. 43-48, 2014b.

CRIBB, A. Y.; FONSO, A. M.; FERREIRA, C. M. **Manual técnico de ranicultura**. Brasília: Embrapa/Instituto de Pesca de São Paulo/UFPR, 2013. 73 p.

CYRINO, J. E. P.; CONTE, L. **Fundamentos da criação de peixes em tanques-rede**. Piracicaba: Aqualu, 2000. 55 p.

DUELLMAN, W. E.; TRUEB, L. **Biology of amphibians**. New York: McGraw-Hill, 1986.

ESTEVES, F.A. **Fundamentos de limnologia**. Rio de Janeiro: Interciência,1998. 575 p.

FERREIRA, C. M.; PIMENTA, A. G. C.; NETO, J. S. P. Introdução à ranicultura. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 33, p. 1-15, 2002.

FERREIRA, R. D. Á.; THIESEN, R.; COSTA, T. R.; BULGARELLI, A. L. A.; ISHIKAWA, M. M.; HISANO, H. Desempenho produtivo de alevinos de dourado (*Salminus brasiliensis*) submetidos a diferentes frequências de alimentação. **Ensaios e Ciência,** Campo Grande, v. 11, p. 33-38, 2007.

FIGUEIREDO, M. R. C. **Influência dos fatores ambientais sobre o desempenho da rã-touro (*Rana catesbeiana* Shaw, 1802) em gaiolas**. 1996. 149 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa,1996.

FIGUEIREDO, M. R. C.; LIMA, S. L, AGOSTINHO, C. A.; BAÊTA, F. C. Efeito da temperatura e do fotoperíodo sobre o desenvolvimento do aparelho reprodutor de

rãtouro (Rana catesbeiana Shaw, 1802). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 30, n. 3, p. 916- 923, 2001.

FONTANELLO, D.; SOARES, H. A.; MANDELLI JR, J.; SANTOS, L. E.; PENTEADO, L. A.; CAMPOS, B. E. S.; REIS, J. M. Estação de reprodução da *Rana catesbeiana* Shaw, 1802, criadas em ranário comercial e a influência de fatores climáticos sobre o número de desovas. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 11, p. 123-133, 1984.

FONTANELLO, D.; WIRZ, R. R.; ARRUDA SOARES, H.; CAMPOS, B. E. S.; FREITAS, E. A. N.; FERREIRA, C. M. 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. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 20, p. 43-58, 1993.

FONTANELLO, D.; WIRZ.; R.R.; PENTEADO, L.A.; CAMPOS, B.E.S.; MANDELLI JR.; J.; ARRUDA SOARES, H. Ganho de peso de Rãs-Touro (*Rana catesbeiana* Shaw), criadas em gaiolas de diferentes tamanhos. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 15, p. 45-49, 1988.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. Fisheries and Aquaculture Department. **Statistics**, 2009. Disponível em: <http://www.fao.org/fishery/ statistics/en> Acesso em: 15 maio 2018.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. Fisheries and Aquaculture Department Statistics, 2016. **The state of world fisheries and aquaculture.** Disponível em: <http://www.fao.org/fishery/statistics/en>. Acesso em: 15 maio 2018.

GOVINDARAJULU, P.; PRICE, W. M. S.; ANHOLT, B. R. Introduced bullfrogs (*Rana catesbeiana*) in western Canada: has their ecology diverged. **Journal of Herpetology**, Columbus, v. 40, p. 249-260, 2006.

HUTCHINSON, G. E. **A treatise on limnology**: limnological botany. v. 3. New York: John Wiley & Sons, 1975. 660 p.

KUNII, E. M. F. **Frequência alimentar e taxa de alimentação para Kinguio criado em hapa: desempenho produtivo e avaliação econômica**. 2010. 48 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2010.

LEKANG, O. **Aquaculture engineering**. Oxford: Blackwell Publishing, 2009. 340 p.

LILLYWHITE, H. B. Behavior thermoregulation in the bullfrog, *Rana catesbeiana*. **Copeia**, Lawrence, p.158-168, 1970.

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

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

LIMA, S. L.; AGOSTINHO, C. A. Ranicultura: técnicas e propostas para alimentação de rãs. In: ENCONTRO NACIONAL DE RANICULTURA, Goiânia, 1984. **Anais...** Goiânia: Associação Goiana dos Criadores de Rãs, 1984. p. 123-134.

LIMA, S.L.; AGOSTINHO, C. A. **A tecnologia da criação de rãs**. 2ª.ed. Viçosa: Imprensa Universitária, 1995. 170p.

LIMA, S.L.; CRUZ, T.A.; MOURA, M.O. **Ranicultura: Análise da cadeia produtiva.** Viçosa: Folha de Viçosa, 1999. 170p.

LONGO, A. D. **Manual de ranicultura**: uma nova opção da pecuária Rio de Janeiro: Tecnoprint, 1986. 219 p.

MARGALEF, R. **Limnologia**. Barcelona: Omega, 1983. 1010 p.

MAZZONI, R.; CARNEVIA, D.; ALTIERI, W.; MATSUMURA, Y. Cría de ranas en "Sistema Inundado", experiencias en ranarios comerciales. In: ENCONTRO NACIONAL DE RANICULTURA, 8.; INTERNATIONAL MEETING ON FROG RESEARCH AND TECHNOLOGY. Viçosa, 1995. **Anais...** Viçosa: Academia Brasileira de Estudos Técnicos em Ranicultura; Universidade Federal de Viçosa, 1995. p.121-122.

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

MELLO, S. C. R. P. Rãs em baias inundadas. **Panorama da Aquicultura**, Rio de Janeiro, v. 10, p. 31-34, 2000.

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

MOREIRA, H. L. M. et al. **Fundamentos da moderna aquicultura**. Canoas: Ed. ULBRA, 2001. 200 p.

NEKOUBIN, H.; SUDAGAR, M. Effects of feeding frequency on growth performance and survival rate of grass carp (*Ctenopharyngodon idella*). **World Applied Sciences Journal**, Sanya, v. 17, p. 1001-1004, 2012.

OGUNLELA, A. O. Development and performance evaluation of an automatic fish feeder. **Journal of Aquaculture Research & Development**, Montreal, p. 1. 2014.

OLIVEIRA, F. A.; AGOSTINHO, C. A.; SOUSA, R. M. R.; LIMA, S. L.; GONÇALVES, H. C.; ARGENTIM, D.; CASTRO, C. S. Manejo alimentar com dispensador automático na recria de rã-touro. **Archivos de Zootecnia**, Cordoba, v. 58, p. 589-592, 2009.

OLIVEIRA, F. A.; ARGENTIM, D.; NOVELLI, P. K.; AGOSTINHO, S. M. M.; AGOSTINHO, L. M.; AGOSTINHO, C. A. Automatic feeders for Nile tilapia raised in cages: productive performance at high feeding frequencies and different rates. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 68, p. 702-708, 2016.

OLIVEIRA, G.A. Instalação de Ranário. In: ENCONTRO NACIONAL DE RANICULTURA. Uberlândia. **Anais...** Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, 1983. p . 41-58.

PAREDE, I. M.; GOMES, L.E.L.G.; HORTA, E. **Eletrônica**: automação industrial. v. 6. São Paulo: Fundação Padre Anchieta, 2011.

PASCUAL, A. D.; GUERRERO, C. Diet composition of bullfrogs, *Rana catesbeiana* (Anura: Ranidae) introduced in the Venezuela Andes. **Herpetological Review**, Cincinnati, v. 4, n. 39, p. 425-427, 2008.

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.

PURSER, R. B. G. J. Detection of feeding rhythms in seacaged Atlantic salmon using new feeder technology. **Fish Farming Technology,** Washington, p. 209-215, 1993.

RANAMIG. **Sistema vertical multifuncional**. 2009. Disponível em: <http://www. ranamig.com.br/o-ranabox/>. Acesso em: 11 maio 2018.

RANÁRIO AURORA. **Cultura da rã-gigante touro, *Rana catesbeiana***. Rio de Janeiro: Ranário Aurora, 1935. 58 p.

SOUSA, M. A. B. **Estudo comparativo entre a aplicação de sistemas dedicados e a utilização de controladores lógico programáveis na automação de sistemas prediais.** 2004. 127 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

SOUSA, R. M. R. D.; AGOSTINHO, C. A.; OLIVEIRA, F. A.; ARGENTIM, D.; OLIVEIRA, L. C. D.; WECHSLER, F. S.; AGOSTINHO, S. M. M. Recria de rã-touro (*Rana catesbeiana*) em tanques-rede alojados em viveiros de tilápia. **Archivos de Zootecnia**, Cordoba, v. 59, p. 31-38, 2010.

SOUSA, R. M. R.; AGOSTINHO, C. A.; OLIVEIRA, F. A.; ARGENTIM, D.; NOVELLI, P. K.; AGOSTINHO, S. M. M. Productive performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fed at different frequencies and periods with automatic

dispenser. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 64, n. 1, p. 192-197, 2012.

VEGA, R.; VALDEBENITO, I.; ALFARO, D.; CARDENAS, S. Effect of feeding frequency on growth and survival of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) farmed at Lautaro Fish Farming Experimental Station, Chile. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 124, p. 291, 1994.

VIZOTTO, L. D. Ranicultura. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 36, n. 1, p .43, 1975.

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

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. **Anais...** Viçosa: Academia Brasileira de Estudos Técnicos em Ranicultura; Universidade Federal de Viçosa, 1995. p. 223-232.

WU, Z.; LI, Y.; WANG, Y.; ADAMS, M. J. Diet of introduced bullfrogs (*Rana catesbeiana*): predation on and diet overlap with frogs on Daishan Island, China. **Journal of Herpetology**, Columbus, v. 39, n. 4, p. 668-674, 2005.

ZHOU, Z.; CUI, Y.; XIE, S.; ZHU, X.; LEI, W.; XUE, M.; YANG, Y. Effect of feeding frequency on growth, feed utilization, and size variation of juvenile gibel carp (*Carassius auratus gibelio*). **Journal of Applied Ichthyology**, Berlin, 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**. v. 1. São Paulo: Aquabio, 2004. p. 239-266.

CAPITULO II

PESO INICIAL DE RÃS-TOURO (PÓS-METAMORFOSE) CRIADAS EM BAIAS FLUTUANTES COM AUTOMAÇÃO DO FORNECIMENTO DE RAÇÃO.

RESUMO: O presente trabalho teve como objetivo avaliar o desempenho produtivo de rãs-touro (*Lithobates catesbeianus*), em três classes de peso inicial (14,06g ± 1,14; 19,10g ± 1,33; 24,60g ± 2,45) mantidas em baias flutuantes com automação do fornecimento de ração e ajuste diario da oferta de ração. As rãs-touro foram distribuidas em 18 baias flutuantes de 2,0 x 2,0 x 0,15 m feitas com polipropileno, com densidade de 75 rãs/m² totalizando 300 animais por baia. As baias foram aleatoriamente distribuidas em um viveiro escavado de 2000 m² com renovação da água de 2% ao dia. O experimento teve duração de 180 dias e as rãs foram alimentadas por meio de alimentadores automáticos controlados por um Controlador Lógico Programável (CLP). Uma ração comercial extrusada para peixes carnívoros foi fornecida a cada meia hora durante o dia (06:00 as 18:00) e taxa de alimentação de 1% do peso vivo durante o outono, inverno (120 dias) e 3% do peso vivo durante a primavera (60 dias). Os animais com maior peso inicial (24,60g) apresentaram melhor ganho de peso (59,67Kg) e ganho de peso individual (251,12g), a sobrevivência não teve diferença entre o maior peso e o intermediário (80.93 e 76,61%), já a conversão alimentar não variou entre os tratamentos. Recomenda-se que o peso de entrada dos animais na baia flutuante seja de 24,60 g para iniciar a recria durante os períodos frios.

Palavras-chave: rã-touro, baia flutuante, produtividade, automação

INITIAL SIZE OF BULLFROGS (POST-METAMORPHOSIS) REARED IN FLOATING BAYS WITH AUTOMATION OF THE FEED SUPPLY.

ABSTRACT: The present study had the objective to evaluate the productivity of bullfrogs (Lithobates catesbeianus) in three classes of initial weight (14.06g ± 1.14, 19.10g ± 1.33, 24.60g ± 2.45) kept in floating bays with automation of feed supply and daily feed supply adjustment. As bullfrogs were distributed in 18 floating bays 2.0 x 2.0 x 0.15 m made with polypropylene, with density of 75 bullfrogs / m² totaling 300 animals per bay. The bays were randomly distributed in a tank of 2000 m² with water renewal of 2% a day. The experiment had a duration of 180 days and as bullfrogs were fed by automatic feeders controlled by a Programmable Logic Controller (CLP). A commercial feed for carnivorous fish was provided by 1 % of live weight during the fall, winter (120 days) and 3% of the live weight during the spring (60 days). The animals with the highest initial weight (24.60 g) had greater weight gain (59.67 kg) and the individual weight gain (251,12 g), since there was no difference between the major and intermediate weight (80.93 e 76,61%), as the food conversion did not vary among the treatments. It is recommended that the initial weight of the animals on the bay be 24.60 g to begin Growing Phase during cold periods.

Keywords: bullfrog, floating bay, productivity, automation

1. INTRODUÇÃO

A ranicultura é uma atividade zootécnica que vem sendo implantada no meio rural brasileiro, assim como em outros países (CRIBB et al., 2013). Essa atividade teve início no Brasil em meados de 1935 com a introdução da rã-touro (*Lithobates catesbeianus*), espécie originária da América do Norte (FERREIRA et al., 2002). Entretanto, foi apenas no final da década de 70 que a ranicultura despertou o interesse dos produtores, estimulados pela divulgação das potencialidades da produção (LIMA e AGOSTINHO, 1992), mas nessa época as baias de engorda eram baseadas apenas na percepção dos produtores, sem conhecimento científico (WIRZ et al., 1995), e, portanto, não conseguiam explorar toda a capacidade produtiva da rã-touro.

Na década de 1980, associado ao interesse dos produtores, as pesquisas realizadas em diversas universidades do país contribuíram para o desenvolvimento de instalações mais produtivas, como o sistema anfigranja (LIMA e AGOSTINHO, 1992), sistema inundado (MAZZONI et al., 1995; MAZZONI, 1997), entre outros.

A utilização de tanques-rede para criação de rãs trouxe novo avanço para a produção. Sousa et al. (2010) propuseram esse tipo de instalação para rãs por ser um sistema superintensivo com constante renovação de água, o que garante a qualidade da água dentro dos tanques durante toda a criação, além de permitir alta densidade de estocagem. De acordo com Castro et al. (2014a), o sistema de criação em tanques-rede é eficiente na produção da rã-touro, podendo ser associado com manejo alimentar automatizado e proporcionar bons índices de produção.

Atualmente um dos maiores desafios da ranicultura é diminuir os desperdícios de ração e assim tornar a produção da rã-touro mais lucrativa e sustentável. A automação do manejo alimentar contribui para o controle mais eficiente do fornecimento de ração, minimizando os desperdícios. Agostinho et al. (2004; 2010) desenvolveram alimentadores automáticos que podem ser utilizados em sistemas inundados e em tanques-rede, permitindo o fornecimento da ração em alta frequência, ou seja, menor quantidade de alimento fornecida mais vezes durante o dia, além de possibilitar o fornecimento também no período noturno. Algumas pesquisas mostraram que a utilização de alta frequência alimentar melhora o crescimento e a conversão alimentar da rã-touro

(OLIVEIRA et al., 2009; CASTRO et al., 2012, 2014a).

Durante o inverno O crescimento da rã-touro está diretamente relacionado com a temperatura. Essa espécie diminui o consumo de ração quando a temperatura está acima ou abaixo da faixa ótima (25 e 30º) para o seu crescimento (BRAGA E LIMA, 2001). Portanto, para evitar desperdícios de ração o fornecimento deve ser feito de acordo com as variações de temperatura.

A pré-engorda é período onde as rãs-touro são condicionadas a comer ração e tem peso aproximado de 30 g (LIMA e AGOSTINHO, 1995), mas poucos estudos são conduzidos no intuito de encontrar o peso mínimo para os animais iniciarem a engorda. Segundo Lima e Agostinho (1992), diversos autores relataram a existência de disparidade no tamanho de animais, consumo desigual de lotes e falta de estimativas de valores produtivos na ranicultura. O objetivo desta pesquisa foi avaliar diferentes classes de peso inicial no desempenho de rãs-touro criadas em baias flutuantes e submetidas ao manejo alimentar automatizado.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Descrição do sistema de criação

As baias de criação de rã foram confeccionadas em polipropileno e medidas de 2,0 x 2,0 x 0,15 m. As laterais foram confeccionadas em quatro cubos retangulares que após vedados, se tornaram as boias da baia (Figura 1: A). O fundo foi revestido com tela de aço inox, com abertura de 12 mm, permitindo que os restos de ração e fezes não acumulassem no fundo (Figura 1: B). Para a sustentação da baia, foram instaladas entre as boias, hastes de alumínio e madeira para sustentar a tampa e o alimentador automático. A tampa permitia a abertura nas duas laterais da baia para facilitar o manejo e na parte superior da baia foi feita uma abertura para acoplar o alimentador automático (Figura 1: C)

Dentro de cada baia de polipropileno foi colocado uma chapa de zinco com tamanho de 1,5 x 0,8 m que possibilitava o apoio das patas, na hora de se alimentar e para saída das rãs da água para a termorregulação durante o inverno.

As baias foram distribuídas linearmente, em um viveiro de 2.000m² com profundidade máxima de três metros e renovação diária de 2% do volume total de água. Quando em contato com a água, o peso da baia e dos animais regulava a lâmina d´água no interior, não necessitando assim, de manutenção da altura da lâmina d´água durante o período experimental.

Figura 1: Etapas de montagem da baia flutuante: (A) laterais da baia, (B) fundo telado, (C) tampa superior com as portas laterais e local de encaixe do alimentador e (D) baias instaladas na linha.

2.2 Sistema de alimentação automática

O arraçoamento foi realizado por meio de alimentadores automáticos controlados por um Controlador Lógico Programável (CLP) da marca Dexter mDX201, que foi instalado em uma sala protegido das interferências do meio ambiente. A programação foi feita por meio de um software desenvolvido em programação gráfica, que permite a digitação, por meio de um teclado virtual em uma Interface Homem Máquina (IHM), dos

parâmetros referentes ao manejo alimentar para criação da rã-touro (AGOSTINHO et al., 2010). Os alimentadores eram acionados por um tempo calculado pela programação que por meio de saídas digitais os acionava dispensando a ração.

O programa instalado no CLP permitia que a oferta de ração durante o experimento fosse ajustada diariamente com base na conversão alimentar esperada. Para isso, informações de manejo alimentar como conversão alimentar esperada (2,0), período de alimentação (diurno), frequência alimentar (24 refeições), taxa de alimentação (1 a 3% do peso vivo), peso médio inicial dos animais, total de animais em cada baia flutuante (300) e a regulagem dos alimentadores automáticos (4,0 g/s) foram fornecidas por meio da IHM para que o CLP estimasse por cálculos os valores diários de ganho de peso dos animais, agregando diariamente este valor estimado no peso médio dos animais.

A quantidade diária de ração foi calculada pelo CLP utilizando as seguintes equações (CASTRO et al., 2014b):

$$GPDe(g) = (PTc \times TA)/CAe$$

$$PTc(g) = PTcd + GPDde$$

$$RD(g) = PTc \times TA$$

Onde, PTc (g) = peso total calculado (que é calculado no segundo dia da criação); no primeiro dia PTc = PT = peso total das rãs); PTcd (g) = peso total calculado no dia anterior; GPDe (g) = ganho de peso diário estimado; GPDde (g) = ganho de peso diário estimado, calculado no dia anterior; TA (%) = taxa de alimentação; CAe = conversão alimentar esperada; RD (g) = ração diária.

2.3 Delineamento experimental

O experimento foi realizado no Setor de Aquicultura da fazenda Lageado, na UNESP de Botucatu e teve duração de 180 dias, abrangendo o outono, o inverno e a primavera (19/04 a 16/10/2017).

Previamente a montagem do experimento, os animais que seriam utilizados no experimento foram condicionados a comer ração, este manejo é feito através da instalação de um alimentador automático em suas baias, que joga uma pequena quantidade de ração a cada 7,5 minutos, possibilitando aos animais identificar rapidamente o alimento. As rãs-touro (*Lithobates catesbeianus*) foram distribuídas em 18 baias de polipropileno na densidade de 75 rãs/m² (300 rãs/baia). Todas as rãs, em cada unidade experimental foram pesadas individualmente distribuídas em seus respectivos tratamentos.

Os tratamentos consistiam em três faixas de pesos inicial, sendo a Menor, Intermediária e Maior (14,06±1,14, 19,10±1,33 e 24,60 ± 2,45 g respectivamente). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com três tratamentos e seis repetições. Sendo que cada tratamento consistia em uma classe de peso médio inicial na recria.

No início do experimento, a programação da CLP foi estipulada para oferecer 1% do peso vivo dos animais por dia, após 120 dias, quando as temperaturas começaram a subir, a taxa foi substituída para 3% do peso vivo até o final do experimento, que teve duração total de 180 dias. A conversão alimentar esperada inserida na CLP foi de 2,0 durante todo o período experimental (CASTRO et al., 2014a).

As rãs foram alimentadas diariamente, por meio de alimentadores automáticos, com ração comercial extrudada para peixes carnívoros contendo os seguintes níveis de garantia: 40% de proteína bruta, 8% de lipídios, 10% de umidade, 6% de fibra bruta, 1,6% de cálcio e 0,8% de fósforo. O fornecimento da ração foi realizado no período diurno, das 6 às 18 horas, com frequência de 24 refeições/dia (intervalo de 30 minutos entre as refeições).

2.4 Avaliação do desempenho produtivo

Todas as rãs, em cada unidade experimental, foram individualmente pesadas no início e no final do experimento para avaliação do desempenho produtivo. Os seguintes índices de produção foram avaliados: biomassa final (BF), peso final individual (PFI), ganho de peso (GP), ganho de peso individual (GPI), conversão alimentar aparente (CAA) e sobrevivência (S). A quantidade de ração fornecida (RF), em cada unidade

experimental, foi monitorada durante todo o experimento, registrando-se a quantidade de ração no abastecimento diário dos alimentadores automáticos e a sobra de ração em cada alimentador automático no final do experimento.

2.5 Monitoramento da água

A temperatura da água do viveiro foi monitorada 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 Índices zootécnicos

Os índices zootécnicos obtidos ao final dos 180 dias de experimento estão representados na Tabela 1. Não houve diferença ($P>0,05$) sobre o valor de conversão alimentar aparente. Os melhores valores ($P<0,05$) de ganho de peso e ganho de peso individual foram encontrados no tratamento com maior peso inicial e a sobrevivência obteve melhores valores ($P<0,05$) para os tratamentos de maior peso inicial e intermediário.

Tabela 1. Valores médios da quantidade de ração fornecida (RF), biomassa final (BF), peso final individual (PFI), ganho de peso (GP), ganho de peso individual (GPI), conversão alimentar aparente (CAA) e sobrevivência (S) de rãs-touro criadas em baias flutuantes, por 180 dias, com fornecimento da ração de acordo com a temperatura da água durante o inverno e primavera.

Peso Inicial	RF (Kg)	BF (Kg)	PFI (g)	GP (Kg)	GPI (g)	CAA	S (%)
Menor	56945	39,54	205,03	35,32^{c}	190,97^{b}	1,64^{a}	64,33^{b}
Intermediário	74125	54,18	228,88	46,73^{b}	209,71^{b}	1,61^{a}	76,61^{a}
Maior	100325	67,05	275,71	59,67^{a}	251,12^{a}	1,71^{a}	80,93^{a}
Média	77131	53,59	236,54	47,24	217,27	1,65	73,96

Médias seguidas por diferentes letras nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$);

3.2 Temperatura

Os valores médios mensais de temperatura da água, monitoradas a cada 15 minutos durante o experimento, estão representados no Gráfico 1. A temperatura média da água durante toda a fase experimental variou de 25,2 a 13,4°C para o mês de abril, 23,2 a 10,7°C para o mês de maio, 22,3 a 9,6°C para o mês de junho, 22,2 a 9°C para o mês de julho, 23,6 a 10,2°C para o mês de agosto e 24,3 a 11,6°C para o mês de setembro.

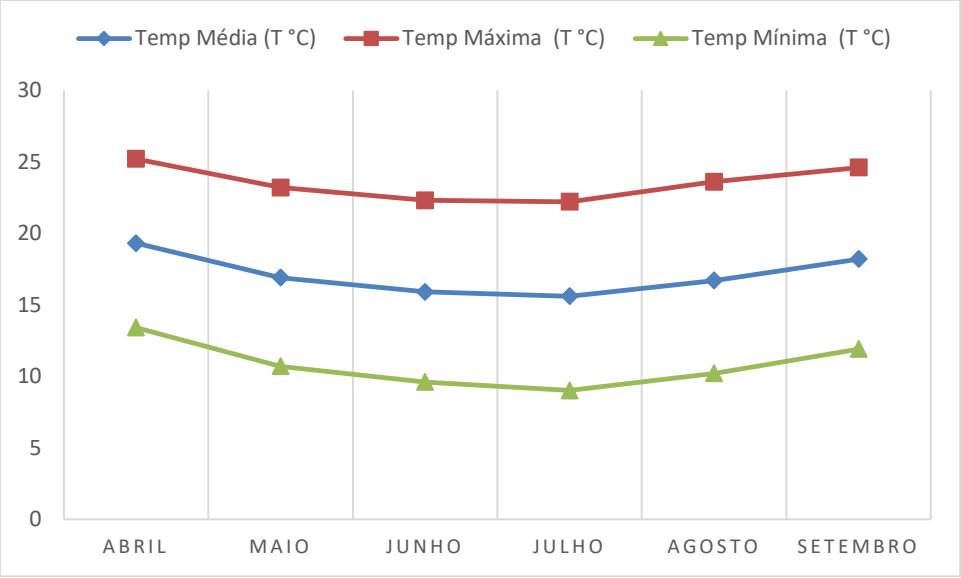

Gráfico 1: Médias mensais de temperatura da água, monitoradas durante os 180 dias de período experimental.

4. DISCUSSÃO

Nos ranários comerciais, a engorda é interrompida durante os meses mais frios do ano. Isso ocorre porque os anfíbios são animais ectotérmico, ou seja, seu metabolismo está inteiramente ligado à temperatura do ambiente, as baixas temperaturas diminuem seu metabolismo (BRAGA e LIMA, 2001) e, consequentemente, a sua produção. Os valores médios de temperatura da água observados durante o experimento foram de 19.3, 16.9, 15.9, 15.6, 16.9, 18.9ºC para os meses de abril a setembro e encontraram-se abaixo da faixa ideal de temperatura para a criação da rã-touro que segundo Braga e Lima (2001), varia entre 25,1 e 30,4°C, entretanto, Apesar das baixas temperaturas, os resultados de ganho de peso e ganho de peso individual se mostraram satisfatórios, provavelmente devido a estabilidade térmica da água do viveiro de grande volume onde as baias flutuantes foram instaladas, e também pelo fato de as baias serem fechadas, o que pode ter favorecido para criar um microclima dentro da baia, amenizando as temperaturas baixas. Quando a produção é feita em baias inundadas, a oscilação térmica durante o dia e a noite é intensa pois a lâmina de água presente neste tipo de baia não ultrapassa 10 cm de água. Sousa et al. (2010) ressalta que um grande volume de água na recria de rãs proporciona melhor qualidade e estabilidade da temperatura da água utilizada no cultivo.

O valor médio obtido de conversão alimentar aparente foi de 1,65. Castro et al. (2014a) encontraram valor médio de 2,14 em sistema de consórcio em tanque-rede. Braga e Lima (2001), utilizando comedouros onde as sobras de ração são coletadas e pesadas, encontraram valores médios de conversão alimentar de 1,43, 1,46, 1,41 para as temperaturas de 20, 25 e 30°C respectivamente. Os autores constataram que a conversão alimentar das rãs-touro, alimentadas *ad libitum*, não variou. Nas temperaturas mais baixas ocorre uma mudança de comportamento termorregulatório dos animais que permaneceram mais tempo sob os abrigos, diminuindo assim a frequência com que se alimentaram. A conversão alimentar aparente indica a quantidade de ração consumida pelas rãs para se produzir o incremento de peso (Lima e Agostinho, 1992), mas em animais que se alimenta na água, como os peixes e rãs, não se pode mensurar quanto de ração foi realmente consumido. No presente experimento a conversão alimentar aparente apresentou valor médio (1,65) abaixo do valor da conversão alimentar esperada (2,0) mostrando que os resultados do presente experimento foram satisfatórios e que o sistema

de alimentação automática controlado por um CLP foi crucial para o bom desempenho dos animais.

A taxa de alimentação de 1% do peso vivo durante o outono e inverno, e a taxa de alimentação de 3% do peso vivo influenciou positivamente o crescimento das rãs e reduzindo as sobras. Castro et al. (2012) testaram diferentes frequências de alimentação para rãs-touro em sistema de consorcio com peixes e encontrou que quando a temperatura da água diminui, o consumo é afetado e ocorre sobra de ração.

O fundo da baia flutuante era feito com tela, de forma que os restos de ração e as excretas fossem rapidamente escoados, melhorando a qualidade do ambiente de criação. Segundo Borges et al. (2012), a criação de rãs apresenta níveis mais elevados de nutrientes dissolvidos na água, principalmente concentrações de fósforo, amônia e condutividade. As rãs deixam suas excretas na água, além de restos de pele, oriundos de trocas constantes, por isso a renovação diária da água e a limpeza dos tanques são necessárias para o bem-estar dos animais (FERREIRA et al., 2002). Segundo Borges et al. (2012) o enriquecimento de nutrientes e matéria orgânica causados pela criação de rãs-touro cria um ambiente favorável para a proliferação de bactérias como a *Escherichia coli*. A facilidade de renovação de água nas baias flutuantes alojadas em viveiros de grande volume durante toda a criação melhora o desempenho produtivo e garante a sustentabilidade da atividade (CASTRO et al., 2014b).

O peso inicial de entrada das rãs nas baias flutuantes influenciou significativamente a sobrevivência. O tratamento onde as rãs apresentavam menor peso inicial de entrada para a recria (64,33%) resultou em menor número de sobreviventes quando comparados aos outros tratamentos (80,93% maior e 76,61% intermediário). Sousa et al. (2010) encontrou 100% de sobrevivência em rãs-touro com peso médio inicial de 105 g criadas em tanques-rede e Castro et al. (2014) encontrou 95,26% de sobrevivência em rãs-touro com peso médio inicial de 78,6 g criadas em sistema parecido durante o mesmo período. Os baixos valores de sobrevivência nos animais de menor peso de entrada na baia podem ter ocorrido pelo fato de a lamina d'agua dentro da baia ser profunda para animais deste tamanho, prejudicando a captura do alimento.

O ganho em peso médio após os 180 dias foi de 217,27 g. Os resultados deste experimento são superiores aos encontrados por Fontanello et al., (1993), onde, em estufas, os autores testaram diferentes tipos de tanques de engorda e encontraram valores médios de ganho de peso individual de 129,44 g para os tanques-ilha, 90,38 g para confinamento, 109,75 g para o sistema anfigranja e 47,48 g em gaiolas durante 112 dias. Sousa et al., (2010) testou diferentes densidades, durante o inverno, em tanques-rede instalados em um viveiro de tilápia e encontrou resultados médios de ganho individual de 27,86 g. Considerando que o peso de abate médio de rãs-touro seja em torno de 250 g, os resultados do presente experimento se mostraram a cima das expectativas quando comparados aos outros sistemas de criação, possibilitando que o criador consiga produzir até mesmo durante os períodos mais frios do ano. As baias flutuantes aliadas ao manejo alimentar automatizado têm se mostrado um possível substituto para os sistemas de criação utilizados hoje no Brasil.

CONCLUSÃO

Recomenda-se que o peso de entrada dos animais na baia inundada seja maior que 24,60 g para iniciar a recria durante os períodos frios.

5. BIBLIOGRAFIA

AGOSTINHO, C. A.; LIMA, S. L.; FORTES, J. V.; GUIMARÃES, M. A. **Dispensador automático de ração**. BR n. PI04036123, 23 ago. 2004. INPI - Instituto Nacional da Propriedade Industrial, 2004.

AGOSTINHO, C. A.; OLIVEIRA, L. C.; AGOSTINHO, L. M.; SOUSA, R. M. R.; KUNII, E. K.; ARGENTIM, D.; AGOSTINHO, S. M. M. **Alimentador automático para peixes e organismos aquáticos em geral**. BR n. PI10055363, 3 dez. 2010. INPI - Instituto Nacional da Propriedade Industrial, 2010.

BORGES, F. F.; AMARAL, L. A.; STÉFANI, M. V. Characterization of effluents from bullfrog (*Lithobates catesbeianus*, Shaw, 1802) grow-out ponds. **Acta Limnologica Brasiliensia**, Botucatu, v. 24, p. 160-166, 2012.

BRAGA, L. G. T.; LIMA, S. L. Influência da temperatura ambiente no desempenho da rã-touro, *Rana catesbeiana* (Shaw, 1802) na fase de recria. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 30, p. 1659-1663, 2001.

CASTRO, C. S.; AGOSTINHO, C. A.; ARGENTIM, D.; ALEXANDRE, J. S.; OLIVEIRA, L. C.; SOUSA, R. M. R.; PADILHA, P. M. Feed digestibility and

productive performance of bullfrogs fed in high and low frequency. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 326-329, p. 123-128, 2012.

CASTRO, C. S.; ARGENTIM, D.; NOVELLI, P. K.; COSTA, J. M.; MENEZES, C. S. M.; NETO, A. C.; VIEIRA, J. C. S.; PADILHA, P. M.; AGOSTINHO, C. A. Feed digestibility and productive performance of bullfrogs raised in cages and fed in different periods and high frequency. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 433, p. 1-5, 2014a.

CASTRO, C. S.; RIBEIRO, R. R.; AGOSTINHO, L. M.; SANTOS, A. A. D.; CARMELIN JUNIOR, C. A.; CHAN, R. V.; NETO, J. F.; AGOSTINHO, C. A. Polyculture of frogs and tilapia in cages with high feeding frequency. **Aquacultural Engineering**, Essex, v. 61, p. 43-48, 2014b.

CRIBB, A. Y.; FONSO, A. M.; FERREIRA, C. M. **Manual técnico de ranicultura**. Brasília: Embrapa/Instituto de Pesca de São Paulo/UFPR, 2013. 73 p.

FERREIRA, C. M.; PIMENTA, A. G. C.; NETO, J. S. P. Introdução à ranicultura. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 33, p. 1-15, 2002.

FONTANELLO, D.; WIRZ, R. R.; ARRUDA SOARES, H.; CAMPOS, B. E. S.; FREITAS, E. A. N.; FERREIRA, C. M. 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. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 20, p. 43-58, 1993.

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

LIMA, S.L.; AGOSTINHO, C. A. **A tecnologia da criação de rãs**. 2ª.ed. Viçosa: Imprensa Universitária, 1995. 170p.

MAZZONI, R.; CARNEVIA, D.; ALTIERI, W.; MATSUMURA, Y. Cría de ranas en "Sistema Inundado", experiencias en ranarios comerciales. In: ENCONTRO NACIONAL DE RANICULTURA, 8.; INTERNATIONAL MEETING ON FROG RESEARCH AND TECHNOLOGY. Viçosa, 1995. **Anais...** Viçosa: Academia Brasileira de Estudos Técnicos em Ranicultura; Universidade Federal de Viçosa, 1995. p.121-122.

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

OLIVEIRA, F. A.; AGOSTINHO, C. A.; SOUSA, R. M. R.; LIMA, S. L.; GONÇALVES, H. C.; ARGENTIM, D.; CASTRO, C. S. Manejo alimentar com

dispensador automático na recria de rã-touro. **Archivos de Zootecnia**, Cordoba, v. 58, p. 589-592, 2009.

SOUSA, R. M. R. D.; AGOSTINHO, C. A.; OLIVEIRA, F. A.; ARGENTIM, D.; OLIVEIRA, L. C. D.; WECHSLER, F. S.; AGOSTINHO, S. M. M. Recria de rã-touro (*Rana catesbeiana*) em tanques-rede alojados em viveiros de tilápia. **Archivos de Zootecnia**, Cordoba, v. 59, p. 31-38, 2010.

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. **Anais...** Viçosa: Academia Brasileira de Estudos Técnicos em Ranicultura; Universidade Federal de Viçosa, 1995. p. 223-232.

CAPITULO III

CRIAÇÃO DE RÃS-TOURO EM TANQUES-REDE ADAPTADOS COM DIFERENTES TIPOS DE PLATAFORMAS PARA APOIO DAS RÃS E COM AUTOMAÇÃO DO FORNECIMENTO DE RAÇÃO

RESUMO: Os sistemas de criação no Brasil são totalmente variados e adaptados aos locais onde eles estão instalados, mas pouco se sabe sobre qual destes sistemas se adapta melhor as necessidades das rãs. Com este intuito o presente estudo testou três tipos distintos de piso na criação de rãs touro em tanques-rede, sendo uma plataforma fixa feita de fibra de vidro, mantendo durante todo o período experimental uma parte fora da água, uma plataforma móvel, feita de chapa de zinco, que afundava conforme o peso dos animais sobre ela e uma plataforma submersa de tela, servindo apenas de apoio na hora da alimentação. As rãs-touro foram distribuídas em 30 tanques-rede de 1,0 x 1,0 x 1,0 m na densidade de 40 animais por tanque com peso inicial de 196,80 ± 2,02 g. Os tanques foram aleatoriamente distribuídos em um viveiro de 2000 m² e com renovação da agua de 2% ao dia. O experimento teve duração de 60 dias. Os animais foram alimentados com ração comercial extrusada para peixes carnívoros fornecida a cada meia hora durante o período diurno (06:00 ás 18:00). A taxa de alimentação foi de 3% do peso vivo e era diariamente corrigida por um CLP (controlador lógico programável) que controlava os alimentadores automáticos. Não houve diferença entre os diferentes pisos para biomassa final (13,023 Kg), peso final individual (415,12 g), ganho em peso total individual (217,99), ganho médio diário (3,64 g), conversão alimentar aparente (3,52) e sobrevivência (79,5%). Dentre os parâmetros de abate, não houve diferença para os parâmetros peso (394,66 g), peso da carcaça (191,75 g), rendimento de carcaça (49,06 %), peso das coxas (109,87 g), rendimento das coxas (57,39 %) e rendimento da coxa/sexo (29,28 %/machos e 26,29 %/femea), mas em rendimento da carcaça/sexo, os machos (53,56%) apresentaram maior porcentagem de carcaça do que as fêmeas (45,60%). Os animais do presente experimento obtiveram índices zootécnicos satisfatórios na engorda de rãs-touro, pós peso de abate, criadas em tanques-rede independentemente da plataforma utilizada.

Palavras-chave: rã-touro, tanque-rede, produtividade, automação

BREEDING OF BULLFROGS IN CAGES ADAPTED WITH DIFFERENT TYPES OF PLATFORMS TO SUPPORT BULLFROGS WITH AUTOMATION OF FEED SUPPLY

ABSTRACT: The breeding systems in Brazil are totally varied and adapted to the places where they are installed, but little is known about which of these systems fits better the needs of the frogs. To this end, the present study tested three distinct types of platforms in the growing phase of bull frogs in net tanks, being a fixed platform made of fiberglass, maintaining throughout the experimental period a part out of the water, a mobile platform made of zinc plate, which sank according to the weight of the animals on it and a submerged platform, serving only as support at the time of feeding. Bull frogs were distributed in 30 net tanks of 1.0 x 1.0 x 1.0 m at the density of 40 animals per tank with initial weight of 196.80 ± 2.02 g. The tanks were randomly distributed in a tank of 2000 m² and with water renewal of 2% a day. The experiment lasted 60 days. The animals were fed commercial feed extruded to carnivorous fish supplied every half hour during the daytime period (06:00 to 18:00). The feed rate was 3% of live weight and was daily corrected by a PLC (programmable logic controller) that controlled the automatic feeders. There was no difference between the different platforms for final biomass (13.023 kg), individual final weight (415.12 g), individual total weight gain (217.99), average daily gain (3.64 g), apparent feed conversion (3.52) and survival (79.5%). Among the slaughter parameters, there was no difference for the parameters weight (394.66 g), carcass weight (191.75 g), carcass yield (49.06%), thigh weight (109.87 g), (57.39%) and thigh / sex yield (29.28% / males and 26.29% / females), but in carcass / sex yield, males (53.56%) presented higher percentage of carcass than females (45.60%). The animals of the present experiment obtained satisfactory zootechnical indexes in the fattening of bull frogs, post-slaughter weight, created in net tanks regardless of the platform used.

Keywords: bullfrog, cage, productivity, automation

1. INTRODUÇÃO

A rã-touro é um animal rústico e apresenta grande capacidade reprodutiva (BURY & WHELAN, 1984) são animais territorialistas em seu habitat natural (DUELLMAN & TRUEB, 1986) e na fase adulta, em seu ambiente natural se alimentam de animais menores (WU et al., 2005). São animais ectotérmicos, ou seja, seu metabolismo é dependente da temperatura do ambiente e fazem a termorregulação pelas mudanças de locais e alterações em sua postura corporal com o intuito de manter a temperatura corporal dentro da faixa ideal para realizar suas funções metabólicas (LILLYWHITE, 1970; BRATISTROM, 1963),

Graças ao melhor conhecimento desta espécie, a ranicultura brasileira evoluiu, passando por constantes mudanças e adaptações. A evolução dos tanques passou por tanques múltiplos (VIZOTTO, 1975); confinamento (OLIVEIRA, 1983; SILVA, 1997); tanque-ilha (FONTANELLO et al., 1984); anfigranja (LIMA e AGOSTINHO, 1988); gaiolas (FONTANELLO et al., 1988); ranabox; inundado (MAZZONI et al., 1995); tanque-rede (SOUSA et al., 2010); criação consorciada de rãs em tanque rede e peixes (CASTRO et al., 2014b); e as baias flutuantes.

Os sistemas de confinamento (OLIVEIRA, 1983; SILVA, 1997), anfigranja (LIMA e AGOSTINHO, 1992) e inundado (MAZZONI et al., 1995; MAZZONI, 1997) são os mais utilizados pelos ranicultores brasileiros. Nesses sistemas, a limpeza das baias e renovação da água geralmente é feita apenas uma vez ao dia, normalmente pela manhã, comprometendo o desempenho dos animais, pois desta forma, a qualidade da água já está comprometida na manhã do dia seguinte, pois o enriquecimento da água com nutrientes e matéria orgânica, provenientes de restos de ração, peles e excretas, criam ambiente favorável para o crescimento de bactérias, além de aumentar os níveis de amônia no ambiente de criação (BORGES et al., 2012). Desta maneira quanto maior a biomassa nas baias maior será o acumulo de fezes e piores serão as condições higiênicas para a criação (CASALI et al., 2005).

Sousa et al. (2010) propuseram a criação da rã-touro em tanque-rede um sistema superintensivo que já está consolidado para a criação de peixes, pois apresenta constante renovação de água e permite alta densidade de estocagem (CYRINO e CONTE, 2000;

ZIMMERMANN e FITZSIMMONS, 2004), assim, o desenvolvimento da técnica de criação de rãs em tanque rede é uma alternativa estratégica para o desenvolvimento da ranicultura.

O manejo alimentar das rãs também apresentou grande evolução, passando de animais alimentados com larvas produzidas com restos de alimentos e carcaças de animais sem um mínimo de higiene (LONGO, 1986; LIMA e AGOSTINHO, 1988; FERREIRA et al., 2002), para a produção de larvas de mosca alimentadas com ração (LIMA & AGOSTINHO, 1988), à alimentadores automáticos controlados por CLP (controlador logico programável) que calculam e ajustam a oferta da ração diariamente (AGOSTINHO et al., 2010). Atualmente novos desafios surgiram, entre eles o de diminuir os desperdícios de ração e assim tornar a produção da rã-touro menos poluente. A automação do manejo alimentar contribui para o controle mais eficiente do fornecimento de ração. Agostinho et al. (2004a; 2010) desenvolveram alimentadores automáticos que podem ser utilizados na alimentação de rãs em sistemas inundados e em tanques-rede, permitindo o fornecimento da ração em alta frequência, ou seja, menor quantidade fornecida mais vezes durante do dia, além de possibilitar a alimentação noturna. O fornecimento de ração em alta frequência alimentar melhora o crescimento e a conversão alimentar na produção da rã-touro (OLIVEIRA et al., 2009; CASTRO et al., 2012, 2014a);

O objetivo desta pesquisa foi avaliar diferentes tipos de plataforma no desempenho de rãs-touro criadas em tanques-rede e submetidas ao manejo alimentar automatizado.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Descrição do sistema de criação

No presente experimento foram utilizados tanques-rede de pequeno volume, com 1,0 m x 1,0 m x 1,0 m, semelhantes aos de maior volume utilizados em pisciculturas comerciais. Estes tanques tiveram as suas frestas vedadas para evitar a fuga das rãs e

foram adaptados com três diferentes tipos de plataformas onde as rãs podiam apoiar-se quando a ração era lançada na água, ou mesmo visando o bem-estar destes animais, evitando que permanecessem flutuando o tempo todo, gastando energia para a flutuação e nado constante. Nas laterais dos tanques foi colocado uma tela de mosquiteiro com 15 cm de largura que impedia a ração de sair do tanque, mas sem impedir o fluxo de água.

Os tratamentos avaliados foram: uma plataforma fixa (TF), feita com fibra de vidro em que a sua maior parte permanecesse fora da água, para que os animais pudessem realizar a regulação da temperatura corporal, uma plataforma móvel (TM), feita com uma chapa de zinco, que afundava conforme o peso e o número de animais sobre ela, e uma plataforma submersa fixa (TS) feita de tela de 15 mm, que servia apenas de apoio na hora da alimentação.

Figura 1: Plataforma fixa fora da água (TF).

Figura 2: Plataforma móvel (TM).

Figura 3: Plataforma fixa submersa (TS).

Os tanques-rede foram distribuídos linearmente em duas linhas, em um viveiro de 2.000 m² com profundidade máxima de três metros e renovação de água de 2 %.

2.2 Sistema de alimentação automática

O arraçoamento foi realizado através de alimentadores automáticos controlados por um Controlador Lógico Programável (CLP) da marca Dexter mDX201, instalado em uma sala distante dos tanques, que acionava os alimentadores que dispensavam 4,0 g de ração/s. O tempo que os alimentadores permaneciam ligados dependia da quantidade de ração diária programada. A entrada dos dados para a programação do CLP de acordo com o tratamento foi feita através de um teclado virtual em uma Interface Homem Maquina (IHM).

Um software instalado no CLP calculava a oferta de ração diária e ajustava a ração para o dia seguinte de acordo com o ganho de peso calculado a partir da conversão alimentar estimada. Para isso, informações de manejo alimentar como conversão alimentar esperada, período de alimentação, frequência alimentar, taxa de alimentação, peso médio dos animais, total de animais em cada tanque-rede e a regulagem dos alimentadores automáticos foram inseridas na IHM para que o CLP estimasse os valores diários de ganho de peso dos animais, agregando diariamente este valor estimado no peso médio dos animais.

A quantidade diária de ração foi calculada pelo CLP utilizando as seguintes equações (CASTRO et al., 2014a):

$$GPDe(g) = (PTc \times TA)/Cae$$

$$PTc(g) = PTcd + GPDde$$

$$RD(g) = PTc \times TA$$

Onde, PTc (g) = peso total calculado (que é calculado no segundo dia da criação); no primeiro dia PTc = PT = peso total das rãs); PTcd (g) = peso total calculado no dia anterior; GPDe (g) = ganho de peso diário estimado; GPDde (g) = ganho de peso diário estimado, calculado no dia anterior; TA (%) = taxa de alimentação; Cae = conversão alimentar esperada; RD (g) = ração diária.

2.3 Delineamento experimental

O experimento foi realizado no Setor de Aquicultura da fazenda Lageado, na UNESP de Botucatu e teve duração de 60 dias (09/11/2017 a 08/01/2018).

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com três tratamentos e dez repetições. O peso inicial médio dos animais para todos os tratamentos foi de 196,80 g ± 2,2. A taxa de alimentação diária foi programada para 3% do peso vivo e a conversão esperada foi de 2,0 durante todo o período experimental (Castro et al., 2014).

Rãs-touro (*Lithobates catesbeianus*) foram distribuídas em 30 tanques-rede na densidade de 40 rãs/m². Todas as rãs, em cada unidade experimental, foram pesadas e aleatoriamente distribuídas nos tanques-rede. As rãs foram alimentadas diariamente, por meio de alimentadores automáticos, com ração comercial extrusada para peixes carnívoros contendo os seguintes níveis de garantia: 10% de umidade, 40% de proteína bruta, 10% de extrato etéreo, 4,5% de fibra bruta e 13% de matéria mineral. O fornecimento da ração foi realizado no período diurno, das 6 às 18 horas, com frequência de 24 refeições/dia (intervalo de 30 minutos entre as refeições).

2.4 Avaliação do desempenho produtivo

Todas as rãs, em cada unidade experimental, foram individualmente pesadas no início e no final do experimento para avaliação do desempenho produtivo. Os seguintes índices de produção foram avaliados: biomassa final (BF), peso final individual (PF), ganho em peso total individual (GP), ganho médio diário (GMD), conversão alimentar aparente (CAA) e sobrevivência (S). A quantidade de ração fornecida (RF), em cada unidade experimental, foi monitorada durante todo o experimento, registrando-se a quantidade de ração no abastecimento diário dos alimentadores automáticos e a ração restante em cada alimentador automático ao final do experimento.

Após as pesagens, cinco animais de cada tanque foram aleatoriamente coletados, identificados individualmente e separados para analises de: Peso (P), Peso da carcaça (C), rendimento de carcaça (RC), peso das coxas (Co), rendimento das coxas (RCo), rendimento da carcaça/sexo (RC/S) e rendimento da coxa/sexo (RCo/S).

Previamente ao abate, os animais foram mantidos em jejum por 24 horas (MOURA et al., 1999), após, foram pesados, insensibilizados e abatidos. A insensibilização ocorreu por termonarcose, ou seja, pela imersão dos animais em água com gelo na proporção de 1:1 por 15 minutos, após este tempo foram penduradas pelas patas traseiras para a sangria via secção dos vasos do tronco cardíaco (ALBINATI, 1994). Após 3 minutos de sangria, procedeu-se a remoção da pele, evisceração e toalete das carcaças sob jatos constantes de água (LOIAZA, 1996).

2.5 Monitoramento da água

A temperatura da água do viveiro foi monitorada 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

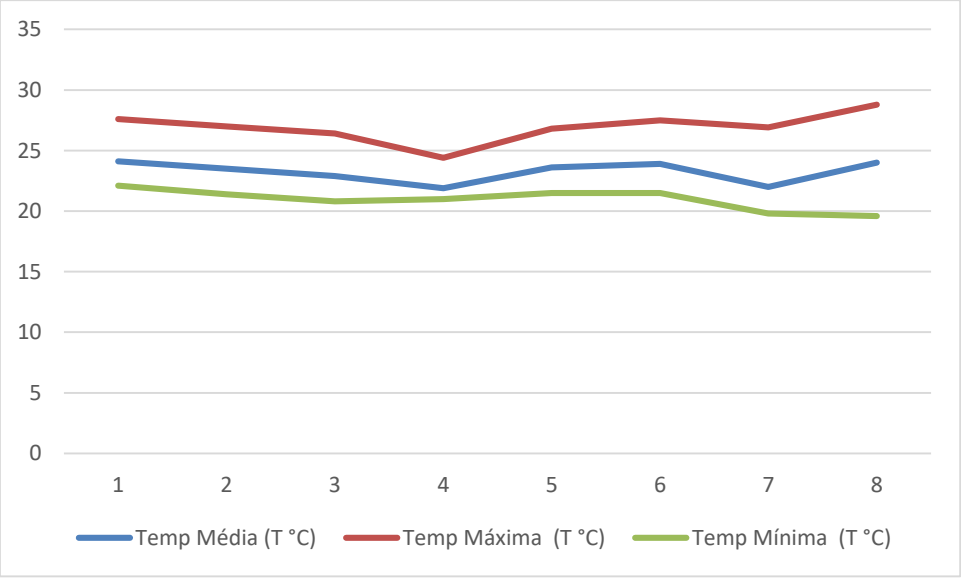

Gráfico 1: Médias semanais de temperatura da água durante os 60 dias de experimento.

Os valores médios semanais de temperatura da água, monitoradas a cada 15 minutos durante o experimento, estão representados no Gráfico 1. A temperatura média da água durante toda a fase experimental variou de 19,8 a 28,8°C, com média geral de 23,3±0,9°C.

3.2 Índices zootécnicos

Os índices zootécnicos obtidos ao longo dos 60 dias de experimento estão representados na Tabela 1. Não houve diferença (P>0,05), para as diferentes plataformas, sobre os valores de biomassa final, peso final individual, ganho em peso total individual, ganho médio diário, conversão alimentar aparente e sobrevivência.

Tabela 1. Valores médios da biomassa final (BF), peso final individual (PF), ganho em peso total individual (GP), ganho médio diário (GMD), conversão alimentar aparente (CAA) e sobrevivência (S) de rãs-touro criadas em tanques-rede, por 60 dias, com diferentes tipos de plataformas.

Tratamentos	BF (Kg)	PF (g)	GP (g)	GMD (g)	CAA	S (%)
TF	12,528[a]	404,94[a]	207,92[a]	3,47[a]	3,88[a]	77,5[a]
TM	13,637[a]	418,54[a]	221,76[a]	3,70[a]	3,13[a]	82,5[a]
TS	12,903[a]	421,89[a]	224,28[a]	3,74[a]	3,56[a]	78,5[a]
Média	13,023	415,12	217,99	3,64	3,52	79,5

Médias seguidas por diferentes letras nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05);

3.3 Índices de abate

Os índices do abate obtidos ao final dos 60 dias de experimento estão representados na Tabela 2 e 3. Não houve efeito de tratamento (P>0,05) para os parâmetros peso, peso da carcaça, rendimento da carcaça, peso das coxas, rendimento das coxas e rendimento da carcaça. Os melhores valores (P<0,05) de rendimento das coxas foram encontrados nos machos sem diferença de tratamento.

Tabela 2. Valores médios de Peso (P), Peso da carcaça (C), rendimento da carcaça (RC), peso das coxas (Co) e rendimento das Coxas (RCo) de rãs-touro criadas em tanques-rede, por 60 dias, com diferentes tipos de pisos.

Tratamentos	P (g)	C (g)	RC	Co (g)	RCo
TF	382,83	189,94[a]	49,92[a]	107,93[a]	57,15[a]
TM	403,93	195,38[a]	48,71[a]	112,02[a]	57,35[a]
TS	397,23	189,94[a]	48,54[a]	109,65[a]	57,66[a]
Média	394,66	191,75	49,06	109,87	57,39

Médias seguidas por letras iguais nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

Tabela 3. Valores médios de rendimento da carcaça (%C) e rendimento das coxas (%Co) para machos e fêmeas de rãs-touro criadas em tanques-rede, por 60 dias, com diferentes tipos de pisos.

Tratamentos	RC/S		RCo/S	
	Macho	Fêmea	Macho	Fêmea
TF	52,33[Aa]	44,81[Bb]	29,39 [Aa]	26,88 [Aa]
TM	53,09[Aa]	46,43[Bb]	28,88 [Aa]	27,70 [Aa]
TS	55,27[Aa]	45,57[Bb]	29,57 [Aa]	26,78 [Aa]
Média	53,56	45,60	29,28	27,12

Médias seguidas por diferentes letras maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05) e pelo teste F (p<0,05) respectivamente.

4. DISCUSSÃO

O desenvolvimento da rã-touro está diretamente relacionado com a temperatura ambiente, pois este parâmetro influencia o consumo e a utilização do alimento pelos animais, sendo a temperatura ideal entre 25,1 a 30,4 °C (Braga e Lima, 2001). No presente estudo, as temperaturas se mantiveram abaixo da faixa recomendada para a engorda de rãs-touro, porém, os resultados foram satisfatórios. Os tanques-rede utilizados no experimento foram instalados em um tanque de 2000 m² e em altos volumes de água a estabilidade térmica é maior do que em pequenos volumes.

A densidade do presente experimento foi de 40 rãs-touro/m², esta densidade pode ser considerada a baixo do utilizado nas raniculturas, ainda mais pelo fato de ser um tanque rede onde as rãs-touro tinham uma porção de 1,0 x 1,0 x 0,7 m³ de água abaixo das plataformas onde podiam esconder-se de predadores. Casali et al, (2005) ultilizando rãs-touro com peso final médio próximo a 180g verificou que a densidade de estocagem final de 50 rãs/m2 elevou a receita líquida parcial, apresentando resultados mais adequados para produção de rãs. Segundo os autores, densidades finais acima de 50 rãs/m² não aumentou a receita bruta suficientemente para compensar as perdas em ganho de peso.

A conversão alimentar media do presente estudo foi de 3,52. Segundo Lima e Agostinho (1988) os valores médios de conversão alimentar para rãs, durante o período de engorda, variam de 4,99 a 6,80 para os animais tratados com diferentes tipos de dietas no campo. Em um sistema semelhante ao utilizado neste experimento, Castro et al. (2014), encontrou valor médio de 2,14. Figueiredo et al. (1999), testaram diferentes temperaturas e fotoperíodos e encontraram a melhor conversão alimentar de 4,49 em rãs criadas á 29°C e foto período de 13,16/10,84 L/E. Discordando deste valor, Dias et al. (2008) encontraram valores entre 1,32 a 1,84 em rãs com até 200 g de peso criadas em baias de confinamento, mas neste caso, as sobras de ração eram pesadas, fornecendo resultados mais próximos da real conversão alimentar. No presente estudo, o parâmetro conversão alimentar (2,0) foi subestimada e com isso, a ração diária calculada pelo CLP foi considerada para animais maiores do que o tamanho que os animais estavam. Este fato também ocorreu com a taxa de alimentação (3%), que foi superestimada para o peso e idade que os animais se encontravam. Quando a ração é jogada diretamente na água, não há como medir o consumo real, portanto, é necessário observar as sobras de ração e se necessário, alterar as quantidades de ração a serem oferecidas. Segundo Castro et al. (2012), a alimentação é o ponto mais oneroso da criação e, portanto, a conversão alimentar se traduz em maior ganho econômico para o produtor e também contribui para minimizar o impacto no ambiente aquático.

O peso inicial das rãs-touro deste experimento estava próximo do peso de abate que segundo Ferreira et al, (2002), independentemente do sistema utilizado, é de aproximadamente 170 a 200 g. O peso inicial pode ter afetado também o consumo, pois

nesta idade os animais estão próximos da primeira maturação sexual que é de 250 g em média. Durante o período de maturação sexual a conversão alimentar é afetada negativamente, pois as fêmeas passam a utilizar nutrientes para o desenvolvimento do ovário, comprometendo seu crescimento e os machos passam a disputar o território, gastando muita energia em brigas. Outros autores encontraram valores abaixo das 217,99 g de peso médio encontrados no presente experimento em 60 dias em diferentes tipos de criação. Lima et al. (1988), obtiveram 75,91 g em 90 dias e Castro et al, (2008) encontraram ganho de peso médio de 76,67 g em rãs-touro durante 60 dias, porem todos com rãs de peso abaixo do peso de abate.

Os resultados de ganho médio diário (3,64g) estão acima dos valores encontrados na literatura, mostrando que este método de criação pode ser um possível substituto para os métodos convencionais. Em gaiolas dentro de estufas, Figueiredo et al. (1999), obtiveram 1,04 g por dia de ganho em rãs-touro com peso inicial de 100 g. Braga e Lima (2001) obtiveram 1,16 g por dia em animais criados em estufas com temperatura média de 30°C em animais com peso inicial de 37,5 g. Utilizando o mesmo sistema de criação, Sousa et al. (2010) encontraram em rãs-touro com peso inicial de 77 e 140g, durante o inverno, ganho médio diário de 0,40 a 0,56 g respectivamente. Castro et al. (2014b) encontraram em rãs-touro, com peso inicial médio de 79,1 g, valores médios de 2,14 g por dia em rãs criadas em consorcio com tilápias.

Não houve diferença estatística ($P>0,05$) para peso da carcaça (C), rendimento da carcaça (RC), peso das coxas (Co) e rendimento das coxas (RCo), porém, quando separados por sexo, encontrou se uma diferença estatística na porcentagem da carcaça entre machos e fêmeas. As fêmeas utilizam parte dos nutrientes que consomem para maturação e manutenção do ovário e com isso tem porcentagens de carcaças menores do que os machos. Em mercados mais exigentes, as coxas das rãs têm um melhor preço de venda, sendo assim, uma ranicultura comercial pode utilizar de técnicas de reversão sexual ou de planteis monossexo buscando aumentar a produção de partes mais nobres da carcaça. Segundo Agostinho et al. (2001) a reversão sexual de rã-touro técnica viável a ser utilizada nas criações comerciais, pois ela propicia a obtenção de uma população de apenas um sexo.

CONCLUSÃO

Os animais do presente experimento obtiveram índices zootécnicos satisfatórios na engorda de rãs-touro, pós peso de abate, criadas em tanques-rede independentemente da plataforma utilizada.

5. BIBLIOGRAFIA

AGOSTINHO, C. A.; GRASSIOTTO, I. Q.; WECHSLER, F. S. Reversão sexual de rã-touro (*Rana catesbeiana*) com hormônio masculinizante misturado à ração de girinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 30, n. 3, sup. 1, p. 911-915, 2001.

AGOSTINHO, C. A.; LIMA, S. L.; FORTES, J. V.; GUIMARÃES, M. A. **Dispensador automático de ração**. BR n. PI04036123, 23 ago. 2004. INPI - Instituto Nacional da Propriedade Industrial, 2004.

AGOSTINHO, C. A.; OLIVEIRA, L. C.; AGOSTINHO, L. M.; SOUSA, R. M. R.; KUNII, E. K.; ARGENTIM, D.; AGOSTINHO, S. M. M. **Alimentador automático para peixes e organismos aquáticos em geral**. BR n. PI10055363, 3 dez. 2010. INPI - Instituto Nacional da Propriedade Industrial, 2010.

ALBINATI, F. L. **Avaliação de diferentes métodos de insensibilização e sangria de rãs**. 1994. 69 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1994.

BORGES, F. F.; AMARAL, L. A.; STÉFANI, M. V. Characterization of effluents from bullfrog (*Lithobates catesbeianus*, Shaw, 1802) grow-out ponds. **Acta Limnologica Brasiliensia**, Botucatu, v. 24, p. 160-166, 2012.

BRAGA, L. G. T.; LIMA, S. L. Influência da temperatura ambiente no desempenho da rã-touro, *Rana catesbeiana* (Shaw, 1802) na fase de recria. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 30, p. 1659-1663, 2001.

BRATISTROM, B. H. Preliminary review of the thermal requiriments of amphibians. **Ecology**, Washington, DC, v. 11, p. 238-255, 1963.

BURY, R. B.; WHELAN, J. A. **Ecology and management of the bullfrog**. Washington, DC: U.S. Fish and Wildlife Service, 1984.

CASALI, A. P.; MOURA, O. D.; MENDES, R. D. R. B.; CAMPOS, V. D. M. Efeito da densidade de estocagem no desempenho de rã-touro (*Rana catesbeiana*) em recria. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 34, p. 1828-1834, 2005.

CASTRO, C. S.; AGOSTINHO, C. A.; ARGENTIM, D.; ALEXANDRE, J. S.; OLIVEIRA, L. C.; SOUSA, R. M. R.; PADILHA, P. M. Feed digestibility and

productive performance of bullfrogs fed in high and low frequency. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 326-329, p. 123-128, 2012.

CASTRO, C. S.; ARGENTIM, D.; NOVELLI, P. K.; COSTA, J. M.; MENEZES, C. S. M.; NETO, A. C.; VIEIRA, J. C. S.; PADILHA, P. M.; AGOSTINHO, C. A. Feed digestibility and productive performance of bullfrogs raised in cages and fed in different periods and high frequency. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 433, p. 1-5, 2014a.

CASTRO, C. S.; RIBEIRO, R. R.; AGOSTINHO, L. M.; SANTOS, A. A. D.; CARMELIN JUNIOR, C. A.; CHAN, R. V.; NETO, J. F.; AGOSTINHO, C. A. Polyculture of frogs and tilapia in cages with high feeding frequency. **Aquacultural Engineering**, Essex, v. 61, p. 43-48, 2014b.

CASTRO, J. C.; BARBOZA, W. A.; SILVA, K. K. P.; PIRES, S. C. Níveis de energia metabolizável para rações de rã-touro. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 34, p. 519-525, 2008.

CYRINO, J. E. P.; CONTE, L. **Fundamentos da criação de peixes em tanques-rede**. Piracicaba: Aqualu, 2000. 55 p.

DIAS, D. C.; STÉFANI, M. V.; FERREIRA, C. M.; FRANÇA, F. M. Uso de probióticos em ração de rã-touro (*Rana catesbeiana*): desempenho produtivo. **Archivos de Zootecnia**, Cordoba, v. 57, p. 449-455, 2008.

DUELLMAN, W. E.; TRUEB, L. **Biology of amphibians**. New York: McGraw-Hill, 1986.

FERREIRA, C. M.; PIMENTA, A. G. C.; NETO, J. S. P. Introdução à ranicultura. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 33, p. 1-15, 2002.

FIGUEIREDO, M. R. C.; AGOSTINHO, C. A.; BAÊTA, F. D. C.; LIMA, S. L. Efeito da temperatura sobre o desempenho da rã-touro (*Rana catesbeiana* Shaw, 1802). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 28, p. 661-667, 1999.

FONTANELLO, D.; SOARES, H. A.; MANDELLI JR, J.; SANTOS, L. E.; PENTEADO, L. A.; CAMPOS, B. E. S.; REIS, J. M. Estação de reprodução da *Rana catesbeiana* Shaw, 1802, criadas em ranário comercial e a influência de fatores climáticos sobre o número de desovas. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 11, p. 123-133, 1984.

FONTANELLO, D.; WIRZ.; R.R.; PENTEADO, L.A.; CAMPOS, B.E.S.; MANDELLI JR.; J.; ARRUDA SOARES, H. Ganho de peso de Rãs-Touro (*Rana catesbeiana* Shaw), criadas em gaiolas de diferentes tamanhos. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 15, p. 45-49, 1988.

LILLYWHITE, H. B. Behavior thermoregulation in the bullfrog, *Rana catesbeiana*. **Copeia**, Lawrence, p.158-168, 1970.

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

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

LOAIZA, J. **Avaliação físico-química, microbiológica e sensorial de carne de rã (*Rana catesbeiana*) estocada sob refrigeração e congelamento**. 1996. 112 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1996.

LONGO, A. D. **Manual de ranicultura**: uma nova opção da pecuária Rio de Janeiro: Tecnoprint, 1986. 219 p.

MAZZONI, R.; CARNEVIA, D.; ALTIERI, W.; MATSUMURA, Y. Cría de ranas en "Sistema Inundado", experiencias en ranarios comerciales. In: ENCONTRO NACIONAL DE RANICULTURA, 8.; INTERNATIONAL MEETING ON FROG RESEARCH AND TECHNOLOGY. Viçosa, 1995. **Anais...** Viçosa: Academia Brasileira de Estudos Técnicos em Ranicultura; Universidade Federal de Viçosa, 1995. p.121-122.

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

MOURA, O. M. D.; GOMIDE, L. A. M.; RAMOS. E. M. Efeito de métodos de insensibilização e sangria sobre características de qualidade da carne de rã-touro e perfil das indústrias de abate. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DE CARNES, 1999. São Pedro, 1999. p.114-115.

OLIVEIRA, F. A.; AGOSTINHO, C. A.; SOUSA, R. M. R.; LIMA, S. L.; GONÇALVES, H. C.; ARGENTIM, D.; CASTRO, C. S. Manejo alimentar com dispensador automático na recria de rã-touro. **Archivos de Zootecnia**, Cordoba, v. 58, p. 589-592, 2009.

OLIVEIRA, G.A. Instalação de Ranário. In: ENCONTRO NACIONAL DE RANICULTURA. Uberlândia. **Anais...** Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, 1983. p . 41-58.

SILVA, N. R. Criação de rãs no sistema de confinamento. In: ENCONTRO NACIONAL DE RANICULTURA, 9.; INTERNATIONAL MEETING ON FROG RESEARCH AND TECHNOLOGY. **Anais...** Santos: Academia Brasileira de Estudos Técnicos em Ranicultura; Associação Brasileira de Criadores de Rãs, 1997. p. 131-132.

SOUSA, R. M. R. D.; AGOSTINHO, C. A.; OLIVEIRA, F. A.; ARGENTIM, D.; OLIVEIRA, L. C. D.; WECHSLER, F. S.; AGOSTINHO, S. M. M. Recria de rã-

touro (*Rana catesbeiana*) em tanques-rede alojados em viveiros de tilápia. **Archivos de Zootecnia**, Cordoba, v. 59, p. 31-38, 2010.

VIZOTTO, L. D. Ranicultura. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 36, n. 1, p .43, 1975.

WU, Z.; LI, Y.; WANG, Y.; ADAMS, M. J. Diet of introduced bullfrogs (*Rana catesbeiana*): predation on and diet overlap with frogs on Daishan Island, China. **Journal of Herpetology**, Columbus, v. 39, n. 4, p. 668-674, 2005.

ZIMMERMANN, S.; FITZSIMMONS, K. Tilapicultura intensiva. In: CYRINO, J. E. P. et al. (Ed.). **Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva**. v. 1. São Paulo: Aquabio, 2004. p. 239-266.