

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

DISSERTAÇÃO

Policultivo na produção de girinos de rã-touro e alevinos de tilápia do Nilo.

Cristiane Sarturi

Seropédica

2019



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**POLICULTIVO NA PRODUÇÃO DE GIRINOS DE RÃ-TOURO E
ALEVINOS DE TILÁPIA DO NILO.**

CRISTIANE SARTURI

Sob orientação do Pesquisador
Marcelo Maia Pereira

e Co-orientação do Professor
Leonardo Rocha Vidal Ramos

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Zootecnia**, no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Área de Concentração em Produção Animal.

Seropédica, Rio de Janeiro
Março de 2019

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Biblioteca Central / Seção de Processamento Técnico

Ficha catalográfica elaborada
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

S249p SARTURI, CRISTIANE, 1993-
POLICULTIVO NA PRODUÇÃO DE GIRINOS DE RÃ-TOURO E
ALEVINOS DE TILÁPIAS DO NILO / CRISTIANE SARTURI. -
SEROPÉDICA, 2019.
36 f.: il.

Orientador: MARCELO MAIA PEREIRA.
Coorientador: LEONARDO ROCHA VIDAL RAMOS .
Dissertação(Mestrado). -- Universidade Federal
Rural do Rio de Janeiro, Programa de Pós-Graduação em
Zootecnia, 2019.


1. Crescimento. 2. Composição proximal. 3.
Piscicultura. 4. Ranicultura. I. MAIA PEREIRA,
MARCELO, 1982-, orient. II. ROCHA VIDAL RAMOS ,
LEONARDO , 1985-, coorient. III Universidade Federal
Rural do Rio de Janeiro. Programa de Pós-Graduação em
Zootecnia. IV. Título.

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

CRISTIANE SARTURI

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre** no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de Concentração em Produção Animal.


DISSERTAÇÃO APROVADA EM 27/03/2019



Marcelo Maia Pereira. Dr. FIPERJ
(Presidente)



Thiago Bernardes Fernandes Jorge. Dr. UFRRJ



Silvia Conceição Reis Pereira Mello. Dr^a. FIPERJ

DEDICATÓRIA

Aos meus pais **Neide Sarturi** e **Lineu Sarturi** pelo apoio incondicional, carinho e compreensão em mais uma etapa e aos meus irmãos **Francieli Sarturi** e **Arílson Sarturi**,

Dedico este trabalho.

AGRADECIMENTOS

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

Agradeço à minha família por todo apoio para que eu alcançasse meu objetivo.

Ao Dr. Marcelo Maia Pereira pela orientação.

Ao prof. Dr. Leonardo Rocha Vidal Ramos pela co-orientação.

Agradeço aos meus colegas de pós-graduação e de graduação que contribuíram em meu trabalho, Arthur, Guilherme, Igor, Paulo, Peter, Sérgio e Letícia.

À Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro e ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia pela oportunidade de concluir essa etapa tão importante da minha vida.

Ao Laboratório de Nutrição Animal da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, em especial ao técnico Marcos pelo auxílio durante as análises.

À Fundação Instituto de Pesca do Estado do Rio de Janeiro pela doação dos animais.

À Banca examinadora composta pelo professor Thiago Bernardes e pela pesquisadora Silvia Mello, pelas contribuições junto ao meu trabalho.

Agradeço à todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

RESUMO

SARTURI, Cristiane. **Policultivo na produção de girinos de rã-touro e alevinos de tilápia do Nilo**. 2019. 36p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Instituto de Zootecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2019.

O aumento da demanda por recursos pesqueiros tem gerado um crescimento da produção no setor aquícola nas últimas décadas. Segundo a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimento (FAO), o Brasil é um dos países com maior potencial para o desenvolvimento da aquíicultura. Como alternativa para melhorar a produtividade, um sistema de criação com diferentes espécies animais num mesmo ambiente, ou o policultivo pode ser empregado. Dessa forma, o objetivo com o trabalho foi avaliar o desempenho zootécnico de duas espécies de organismos aquáticos de atividades aquícolas distintas (piscicultura e ranicultura), testando diferentes densidades de policultivo. Para isso foram realizados dois experimentos para testar melhores densidades de estocagem de acordo com o tamanho dos animais. Os experimentos foram desenvolvidos em um delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e quatro repetições (no primeiro experimento) e quatro tratamentos e quatro repetições (no segundo experimento). Os tratamentos no experimento 1 foram: monocultivo de tilápias (MT), policultivo de tilápias 75% e girinos 25% (P75/25), policultivo de tilápias 50% e girinos 50% (P50/50), policultivo de tilápias 25% e girinos 75% (P25/75), monocultivo de girinos (MG); no experimento 2, monocultivo de tilápias (MT), policultivo de tilápias 12,5% e girinos 87,5% (P12,5/87,5), policultivo de tilápias 25% e girinos 75% (P25/75), monocultivo de girinos (MG). No 1º ensaio os valores de biomassa e consumo de ração não apresentaram diferenças significativas ($P > 0,05$), já os valores de mortalidade apresentaram diferenças significativas ($P < 0,05$), os tratamentos com policultivo apresentaram quase 100% de mortalidade de girinos. No 2º ensaio os valores de ganho de peso não apresentaram diferença significativa ($P > 0,05$). Para conversão alimentar os valores apresentados diferem significativamente entre os tratamentos, sendo que os tratamentos P12,5/87,5 e MG apresentaram melhores conversões alimentar. Os valores de crescimento específico de tilápias e girinos diferem significativamente, o tratamento P25/75 teve melhor crescimento para tilápias e o tratamento P12,5/87,5 apresentou melhores resultados para o crescimento de girinos. Independentemente da densidade escolhida, foi observado que para policultivo entre tilápias do Nilo e girinos de rã-touro, o ideal é que sejam estocados alevinos de tilápia com peso médio de 1 g e girinos com peso médio em torno de 1,8 g, para que não haja predação.

Palavras-chave: Crescimento, Composição proximal, Piscicultura, Ranicultura.

ABSTRACT

SARTURI, Cristiane. **Polyculture in the production of bullfrog tadpoles and Nile tilapia fingerlings**. 2019. 36p. Dissertation (Masters in Animal Science). Zootechny Institute, Federal Rural University from Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2019.

The increasing demand for fish resources has been rising the production in the aquaculture sector in the last decades. According to United Nations Food and Agriculture Organization (FAO), Brazil is one of the countries with the biggest potential to develop aquaculture. As an alternative to improve the productivity in a farming system, it is possible to apply different animal species in the same environment, or the polyculture. Thus, the aim of this work was to evaluate the zootechnical performance of two different species of aquatic organisms (psiculture and raniculture) testing different densities for polyculture. For this, two experiments were performed in order to test the best stocking densities according to the size of the animals. The experiments were developed in an entirely randomized delimitation, with five treatments and four repetitions (in the first experiment) and four treatments and four repetitions (in the second experiment). The treatments in the experiment 1 were: monoculture for tilapias (MT), polyculture of 75% tilapias and 25% of tadpoles (P75/25), polyculture for 50% of tilapias and 50% of tadpoles (P50/50), polyculture of 25% of tilapias and 75% of tadpoles (P25/75) and monoculture of tadpoles (MG); in the experiment 2, monoculture of tilapias (MT), polyculture of tilapias 12.5% and tadpoles 87.5% (P12.5/87.5), polyculture for tilapias 25% and tadpoles 75% (P25/75) and monoculture of tadpoles (MG). In the first test, the biomass values and the feed intake did not show significant differences ($P>0,05$), but mortality rates showed significant differences ($P<0,05$), the treatments with polyculture showed nearly 100% death rates for tadpoles. In the second test, the values of weight gain did not show significant differences ($P>0,05$). For feed conversion, the values showed significantly differences between treatments, being that the values showed P12.5/87.5 and MG showed the best feed conversion. The values for specific growth of the tilapias and tadpoles differ significantly, the treatment P25/75 had better growth for tilapias and the treatment P12.5/87.5 has presented the best results for the tadpoles growth. Regardless of the density chosen, it was observed that for polyculture between Nile tilapia and bullfrog tadpoles, the ideal is to stock tilapia fry with an average weight of 1 g and tadpoles with average weight around 1.8 g, so that there is no predation.

Key words: Growth, Proximal composition, Fish farming, Frog farming.

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Tabela nutricional da ração comercial apresentada pelo fabricante.....	10
Tabela 2. Densidade de estocagem de cada tratamento no Experimento 1.....	11
Tabela 3. Densidade de estocagem de cada tratamento no Experimento 2.....	13
Tabela 4. Biomassa (g), peso médio (g), mortalidade (%) e consumo de ração (%) da criação em policultivo de alevinos de tilápias do Nilo com girinos de rã-touro.....	17
Tabela 5. Peso médio (g) e taxa de crescimento específico (%/dia) dos girinos de rã-touro e de tilápias do Nilo ao longo do período experimental na criação em policultivo.....	18
Tabela 6. Biomassa total de alevinos de tilápias do Nilo e girinos de rã-touro criados em policultivo.....	19
Tabela 7. Consumo de ração (g), ganho de peso (g) e conversão alimentar da criação em policultivo de alevinos de tilápias do Nilo e girinos de rã-touro.....	19
Tabela 8. Composição centesimal (umidade (g/Kg), proteína bruta (g.Kg), extrato etéreo (g/Kg) e cinzas (g/Kg)) de girinos de rã-touro e de tilápia do Nilo da criação em policultivo.....	20

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Disposição dos tanques no sistema de recirculação.....	10
Figura 2. Pesagem dos potes de ração devidamente identificados antes e após a última refeição diária.....	11
Figura 3. Biometria dos girinos (peso dos girinos).....	13
Figura 4. Biometria das tilápias (peso das tilápias).....	13
Figura 5. Análise da proteína bruta pelo método de Kjeldahl.....	14
Figura 6. Análise de extrato etéreo através de extração com éter de petróleo em aparelho Soxhlet.....	14

LISTA DE ABREVIACOES

EMBRAPA Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.

IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

FAO Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimento.

FIPERJ Fundação Instituto de Pesca do Estado do Rio de Janeiro.

MAPA Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

SAR Sistema de Recirculação de Águas.

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO.....	1
2.REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1 Aquicultura mundial.....	3
2.2 Aquicultura brasileira.....	3
2.3 Tilapicultura.....	4
2.4 Ranicultura.....	4
2.5 Nutrição e Alimentação de girinos.....	5
2.6 Nutrição e Alimentação de tilápias.....	6
2.7 Sistema de recirculação.....	6
2.8 Policultivo.....	7
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	8
3.1 Local e período do experimento.....	8
3.2 Adaptação dos animais, delineamento experimental e os tratamentos.....	8
3.3 Local e manejo dos animais.....	9
3.4 Parâmetros avaliados.....	12
3.5 Técnicas para coleta das informações dos parâmetros de avaliação.....	12
3.6 Análise da composição centesimal.....	13
3.7 Análises estatísticas.....	14
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	16
4.1 Qualidade da água e desempenho zootécnico dos animais no experimento 1.....	16
4.2 Qualidade da água e desempenho zootécnico dos animais no experimento 2.....	17
5 CONCLUSÃO.....	21
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	22

1 INTRODUÇÃO/JUSTIFICATIVA

De acordo documento federal do Instituto de Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) da Produção Pecuária Municipal, a tilápia segue como a espécie mais criada no Brasil, com 239,09 mil toneladas despescadas em 2018, representando 47,1% do total da despesca nacional (IBGE, 2018). A produção da espécie aumentou 9,3% em relação ao ano de 2015.

A tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) é um peixe de água doce da família dos ciclídeos e nativa do continente africano. É uma espécie muito utilizada na piscicultura por seu rápido crescimento, chegando a 500g em menos de seis meses (Little *et al.*, 2008).

A tilápia do Nilo apresenta resistência a variações de temperatura, qualidade de água e patógenos, se reproduz várias vezes ao ano sem indução hormonal, se adaptam bem ao consumo de rações com diferentes tipos de ingredientes e podem ser utilizadas em policultivos, pois toleram altas densidades (El-Saidy e Gaber 2005; El-Sayed, 2006; Bomfim *et al.*, 2008).

Quanto à criação de rãs, o Brasil é o segundo maior criador, ficando atrás apenas de Taiwan, onde as criações são semi-intensivas e as rãs ficam livres no ambiente. No Brasil os ranários adotam os sistemas mais intensivos de confinamento. Segundo dados da produção de rãs do IBGE (2016), a produção total no país é estimada em 160 toneladas ao ano, porém esses dados são ainda imprecisos.

A rã-touro (*Lithobates catesbeianus*) é um anfíbio da ordem anura que apresenta um ciclo de vida complexo, com duas fases bem distintas: na fase inicial, o animal é aquático e, na segunda, é terrestre (Wilbur, 1980).

A rã-touro foi introduzida no Brasil em 1935, sendo proveniente do hemisfério Norte, sendo que sua vida reprodutiva é de até os cinco anos. No Brasil, um reprodutor permanece cerca de 4 a 5 anos no ranário, a fêmea chega a liberar 3.000 ovos na 1ª desova, atingindo até 40.000 ovos nas desovas subsequentes, sendo ainda uma espécie considerada precoce, pois atinge a maturidade sexual com um ano de idade quando seu peso médio é de 250 gramas e 15 cm no comprimento total (Seixas Filho *et al.*, 2017).

Para um bom desempenho na produção de rãs, a fase inicial (aquática) ou girinagem, é de extrema importância para a produção. Nessa fase são registradas grandes perdas ou baixo desempenho dos animais, associados, principalmente, à qualidade da água (Fontanello *et al.*, 1982) sendo esse um dos principais problemas enfrentados pelos ranicultores. Os sistemas de produção inundado, confinamento e anfigranja, que são os mais utilizados pelos ranicultores, utilizam um volume de água nas baias pequeno e uma renovação insuficiente, comprometendo a qualidade da água e as altas densidades de estocagem podem comprometer também o desempenho dos animais (Castro, 2013).

Como alternativa para melhorar a qualidade da água, diversificação de produtos gerados, aumento de biomassa produzida em um sistema de criação de girinos de rãs-touro, pode ser empregado o policultivo. Esse sistema é definido como o cultivo simultâneo de duas ou mais espécies de organismos aquáticos em um mesmo ambiente, onde normalmente são cultivadas espécies com hábitos alimentares distintos e diferentes nichos tróficos. O

policultivo tem como objetivo aumentar a produção através da utilização mais eficiente dos recursos ecológicos disponíveis (Silva *et al.*, 2006).

O hábito alimentar das tilápias é onívoro com tendência à herbivoria sendo que possuem um mecanismo de filtração para se alimentar que se torna uma aliada para a melhoria na qualidade da água e do solo no cultivo. Esta técnica de cultivo desempenha papel positivo para o ambiente de criação e contribui para a melhoria da sobrevivência dos organismos cultivados nesse sistema (Mello e Farias, 2007).

Apesar do uso da tilápia já ser bastante difundido em policultivo, principalmente com camarões e outras espécies de peixes (Candido *et al.*, 2006; Brito *et al.*, 2017) devido ao seu hábito alimentar onívoro, não existem dados na literatura até o momento sobre sua criação com girinos de rãs-touro.

Dessa forma o objetivo com esse trabalho foi avaliar o desempenho zootécnico de duas espécies de organismos aquáticos de atividades aquícolas distintas (piscicultura e ranicultura), testando diferentes densidades de policultivo.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Aquicultura Mundial

A aquicultura é definida como uma atividade de cultivo de organismos, onde o ciclo de vida ocorre, em condições naturais, totalmente ou parcialmente em ambiente aquático (MAPA, 2018).

O aumento da demanda por proteína animal devido ao aumento da população mundial tem elevado a demanda por recursos pesqueiros gerando um crescimento da produção no setor aquícola nas últimas décadas. Segundo o último levantamento estatístico da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO, 2018) a produção total foi de 80 milhões de toneladas, sendo 54,1 milhões de toneladas de peixes advindos da aquicultura, o que representa um aumento de 25,7% em 2000 para 46,8% em 2016. O aumento da produção aquícola ainda segundo a FAO é resultado da aplicação de tecnologias aos sistemas de cultivos, principalmente às tecnologias relacionadas à reprodução e nutrição.

A aquicultura continental (desenvolvida em água doce) teve uma produção de 51,4 milhões de toneladas em 2016, representando 64,2% da produção mundial, em 2000 esse percentual era de 57,9% (FAO, 2018).

Estima-se que haja um aumento no consumo mundial de pescado para 22,5 kg/habitante/ano em 2030 (atualmente é de 16 kg/habitante/ano), o que equivale a um aumento de consumo de mais de 100 milhões de toneladas/ano (FAO, 2018). O brasileiro consome atualmente 11,7 kg de pescado/habitante/ano, sendo que o recomendado pela FAO é de no mínimo de 13 kg de pescado/habitante/ano (SEBRAE, 2015).

2.2 Aquicultura Brasileira

Segundo a FAO (2009), o Brasil é um dos países com maior potencial para o desenvolvimento da aquicultura, pois possui mais de 5 milhões de hectares de áreas alagadas em reservatório de hidrelétricas e mais 8.000 km de costa oceânica.

A aquicultura brasileira foi a 14ª maior produtora mundial e a segunda maior das Américas em 2014, ficando atrás somente do Chile (FAO, 2018). As principais espécies cultivadas na aquicultura brasileira são exóticas, tanto na produção continental com tilápias (*Oreochromis niloticus*) como na marinha com o camarão *Litopenaeus vannamei*, apesar do Brasil possuir uma ictiofauna diversificada, com mais de 2300 espécies peixes de água doce catalogadas (Kubitza, 2016; Rosa e Lima, 2008).

O Brasil possui uma grande capacidade para criação de peixes de água doce que pode ser observada pela abundância de espécies nativas. Porém, sua posição em relação aos maiores produtores do mundo ainda está longe do seu potencial produtivo. De acordo com a FAO (2016), as previsões sobre o crescimento aquícola brasileiro para o ano de 2025 é de um aumento de 104% na produção. No entanto, esse cenário só será possível com maior investimento em tecnologias no setor.

2.3 Tilapicultura

Tilapicultura é o nome dado à criação das diversas espécies de Tilápias existentes, quase todas provenientes da África, predominantemente de água doce, da família Ciclidae. São incluídas pelo menos seis diferentes espécies dentro dessa classificação, com a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) sendo a mais representativa (El-Sayed, 2006).

As tilápias em geral (*Oreochromis* sp.) constituem o segundo grupo de peixes mais cultivados no mundo. A tilápia do Nilo se destaca das outras espécies de tilápia pelo rápido crescimento, facilidade de consumo de ração, reprodução tardia, resistência a variações de diversos parâmetros de qualidade da água e à patógenos, além de alta prolificidade (Kubitza, 2000; Bomfim *et al.*, 2008; Little *et al.*, 2008).

A coloração da tilápia geralmente é cinza escuro, com as nadadeiras caudais contendo listras pretas delgadas e verticais e os machos, durante a reprodução, apresentam a superfície ventral do corpo pretas, assim como as nadadeiras anais, dorsais e pélvicas, enquanto que a cabeça e o corpo exibem manchas avermelhadas (Pereira e Silva, 2012).

No Brasil, a tilápia foi introduzida na década de 70. Foi implantado um programa para a produção de alevinos de tilápia para a produção de peixes nos reservatórios públicos da região Nordeste. Em São Paulo e Minas Gerais, também produziram neste período uma significativa quantidade de alevinos para povoamento de seus reservatórios de hidrelétricas nesses estados para a venda aos produtores rurais (Figueiredo Júnior e Valente Júnior, 2008).

A partir de 1980 a atividade tornou-se particularmente empresarial, porém ainda com restrições quanto a produtividade devido à falta de conhecimento sobre as técnicas de cultivo, falta de rações adequadas e baixa qualidade dos alevinos, por exemplo. O estado do Paraná foi o primeiro a organizar a atividade, implantando frigoríficos para beneficiamento da tilápia (Figueiredo Júnior e Valente Júnior, 2008).

2.4 Ranicultura

É crescente a demanda dos pequenos produtores rurais por atividades econômicas compatíveis com suas características socioeconômicas. Dentro dessa perspectiva, a aquicultura vem se tornando uma das principais atividades agrícolas em ascensão no Brasil e constituindo-se em alternativa de renda a milhares de micro produtores rurais.

Uma das espécies em destaque no contexto do desenvolvimento da aquicultura no Brasil é a rã. A carne de rã, oriunda de criações em cativeiro, é um produto com mercado potencial tanto no Brasil como no exterior e pode vir a ser um dos produtos capazes de atender a demanda dos produtores rurais por atividades que sejam rentáveis e não exijam elevadas inversões financeiras (Cruz, 1992).

No Brasil, a rã criada em cativeiro comercial é a rã-touro (*Lithobates catesbeianus*), de origem norte-americana. Ela foi escolhida pelos criadores devido as suas características zootécnicas, tais como: precocidade (crescimento rápido), prolificidade (alto número de ovos por postura) e rusticidade (facilidade de manejo) (Ferreira, 2004).

Essa espécie foi introduzida no país na década de 30, quando foram trazidos cerca de 300 animais da espécie para o município de Itaguaí, no estado do Rio de Janeiro, onde foi implantado o primeiro ranário brasileiro. A partir de 1975 foram implantados outros criatórios pelo país, com a produção dessa espécie feita de forma empírica. Com o passar dos anos a

ranicultura brasileira passou por fases distintas e teve oscilações quanto ao número de criadores e tecnologias de criação (Ferreira et al., 2002).

No ano de 2004, o Brasil apresentava aproximadamente 600 ranários implantados, 15 indústrias de abate e processamento, seis associações estaduais de ranicultores e 4 cooperativas (Ferreira, 2004).

Os sistemas mais adotados atualmente são os sistemas inundado, ranabox e anfigranja. A técnica de criação de rãs em baias inundadas foi desenvolvida na China e inicialmente implantada na América do Sul (Mazzoni, 1997). Neste sistema de criação as rãs são alimentadas com pellets extrusados que flutuam na água (Mello, 2001), com a ração distribuída a lanço no piso alagado, representando um “comedouro aquático”, ou seja, o movimento das rãs provoca ondas que movimentam a ração, estimulando as mesmas a se alimentarem.

O sistema anfigranja consiste na construção de instalações que possibilitam alta densidade, manejo racional e elevada produtividade. As instalações compõem-se de galpões semelhantes aos utilizados na criação de aves, construídos em alvenaria, com fechamento nas laterais (cortinas). As baias possuem as piscinas, cochos e abrigos dispostos linearmente para atender adequadamente às particularidades do comportamento das rãs (Lima, 2001).

2.5 Nutrição e Alimentação de Girinos

A rã-touro (*Lithobates catesbeianus*) é um anfíbio da ordem anura que apresenta um ciclo de vida complexo, com duas fases bem distintas – na fase inicial, o animal é aquático e, na segunda fase é terrestre (Wilbur, 1980).

Para um bom desempenho na produção de rãs, a fase inicial (aquática) ou girinagem, é de extrema importância para a produção. Nessa fase são registradas grandes perdas e/ou, baixo desempenho dos animais, associados, principalmente, à qualidade da água (Fontanello et al., 1982).

O principal problema para uma criação plena de rãs está relacionado à nutrição adequada, principalmente à proteína da dieta. O desenvolvimento da ranicultura será alcançado quando forem estabelecidas as exigências nutricionais de girinos e rãs a cada estágio de vida. Para atingir este objetivo, são necessários melhores conhecimentos sobre os mecanismos que envolvem a digestão dos nutrientes e o manejo alimentar para cada fase de desenvolvimento (Seixas Filho et al. 2011).

Na literatura é possível encontrar recomendações sobre o teor de proteína bruta na dieta de girinos e está entre 28 e 55%. Em estudo realizado por Pinto et al. (2015) sugerem um teor de 27,7% de proteína digestível para girinos de rã touro.

Outro fator importante para um bom desempenho produtivo é a alimentação, sendo o item que mais onera o custo na produção de organismos aquáticos, podendo também, pelo seu uso inadequado, comprometer a qualidade da água de cultivo.

Na criação de rãs, independente do sistema de produção, é bastante comum o fornecimento de ração poucas vezes ao dia em grandes quantidades. Isso pode comprometer o desempenho dos animais e a sustentabilidade da atividade, já que neste tipo de manejo geralmente ocorrem sobras de ração, que além de aumentar os custos da produção pelo excesso de sobras ainda pioram a qualidade da água (Schnaittacher et al., 2005).

2.6 Nutrição e Alimentação de Tilápias

O sucesso nos cultivos dessa espécie é devido ao seu rápido crescimento, resistência a baixos índices de oxigênio dissolvido na água, altos níveis de amônia na água, boa conversão alimentar e pelo consumo desde a fase larval de ração artificial (Popma e Phelps 1998); Meurer et al., 2000).

Em ambiente natural a tilápia alimenta-se de algas bentônicas, insetos aquáticos, pequenos crustáceos e fitoplâncton. Por possuir esse hábito alimentar onívoro, possui boa aceitação às rações extrusadas ou peletizadas (Rodrigues et al., 2013).

A tilápia do Nilo apresenta capacidade de se alimentar do plâncton, sendo peixes que apresentam habilidade de filtrar as partículas em suspensão na água como restos de ração em suspensão (Smith; Sanderson, 2007).

Asaduzzaman *et al.* (2009) observaram que a tilápia tem um hábito oportunista quando utilizadas em policultivo com camarão, pois verificaram uma redução significativa na abundância de fitoplâncton do ambiente. Menezes *et al.* (2010) também verificaram significativa diminuição da biomassa de zooplâncton e fitoplâncton após a entrada de *O. niloticus* numa comunidade de plâncton.

2.7 Sistema de Recirculação

A produção aquícola produz efluentes com quantidade considerável de matéria orgânica, nitrogênio e fósforo, que podem degradar a qualidade da água nos cursos hídricos a jusante (Silva *et al.*, 2013).

A preocupação com a qualidade e segurança dos produtos aquáticos e a descarga de efluentes não tratados no ambiente é uma problemática atual na expansão da aquicultura. A fim de ter uma aquicultura com bases ambientalmente sustentáveis, o desenvolvimento de sistemas mais eficientes do ponto de vista de uso da água e menores impactos ambientais devem ser alvos de pesquisas (Silva *et al.*, 2013).

Os Sistemas de Aquicultura de Recirculação (SAR) podem ser uma possibilidade para atender, em parte, a esses objetivos. O SAR é baseado na criação de organismos aquáticos, onde a água é parcialmente reutilizada após tratamento mecânico e biológico, a fim de reduzir o consumo de água e a liberação de nutrientes para o ambiente (Martins *et al.*, 2010).

O SAR é um sistema fechado com tratamento e recirculação de água que possui como componentes básicos do sistema os tanques de cultivo, o sistema de bombas e tubulações de drenagem e retorno de água, os decantadores e filtros, o sistema de aeração e os biofiltros (Kubitza, 2006).

Dessa forma, é essencial que sejam desenvolvidas pesquisas que utilizem sistemas de tratamento da água alternativos para reduzir custos de produção e que amenizem os impactos dos efluentes da produção sobre o ambiente, por meio do uso racional da água e do tratamento do efluente da aquicultura, além de maximizar o cultivo de espécies com interesse comercial.

2.8 Policultivo

Na aquicultura existe uma classificação quanto aos sistemas de produção quanto à utilização das espécies, essa classificação é representada pelo cultivo consorciado, pelo policultivo e pelo monocultivo.

O cultivo consorciado é caracterizado pela produção de organismos aquáticos em associação com organismos terrestres (animais ou vegetais). A produção dos organismos aquáticos em consórcio com animais terrestres dá-se pela utilização do subproduto da produção terrestre, como os dejetos curtidors de aves e suínos, por exemplo, que são utilizados como alimento pelos peixes. O consórcio entre piscicultura e a produção vegetal é caracterizado pela utilização da água de cultivo dos peixes para a produção de espécies vegetais, como por exemplo, o cultivo de arroz irrigado com peixes (a rizipiscicultura) e a aquaponia (que é o sistema de produção de organismos aquáticos em cativeiro integrado com a hidroponia, de forma que haja benefícios para ambos) (Rodrigues *et al.*, 2013).

O policultivo é definido como criação de duas ou mais espécies de organismos aquáticos em um mesmo ambiente simultaneamente. Normalmente são cultivadas espécies que tenham hábitos alimentares diferentes e que ocupem distintos espaços na coluna d'água. A escolha das espécies visa atender ao objetivo do policultivo que é otimizar tanto o espaço das instalações do viveiro quanto o alimento fornecido, sem haver competição entre as espécies pelos recursos (Arana, 2004).

A característica principal que diferencia um policultivo de um consórcio é a criação de duas ou mais espécies aquáticas, contudo, no policultivo, as espécies estão necessariamente em uma mesma estrutura ou ambiente de cultivo, enquanto que no consorciamento a criação é integrada de espécies aquáticas com espécies terrestres ou semi-terrestres em ambientes diferentes ou estruturas diferentes (Arana, 2004).

Para que o policultivo de organismos aquáticos venha a gerar lucros é imprescindível compreender o conceito de nicho ecológico, especialmente no que diz respeito ao nicho trófico das espécies cultivadas. O nicho trófico pode ser entendido com a posição do organismo dentro da cadeia alimentar, podendo ser um produtor, herbívoro, carnívoro ou detritívoro (EMBRAPA, 2018).

O policultivo na produção de carpas é o mais comum no Brasil (com carpa capim, prateada, cabeça grande e carpa comum, que possuem nichos tróficos distintos), em seguida vem sendo bastante explorado o policultivo de tilápias e camarões (Rodrigues *et al.*, 2013).

No entanto, a criação de tilápias juntamente com outras espécies de peixes e com camarões já é bastante difundida, por se tratar de uma espécie onívora com capacidade de se alimentar por meio de filtração de partículas em suspensão, sendo eficazes no controle biológico de algas e na reciclagem de resíduos (Simão *et al.*, 2013).

Em estudo com rã-touro na fase de recria em tanques-rede alojados em viveiros de tilápia, os resultados obtidos permitiram concluir que a utilização de tanques-rede proporciona um ambiente adequado a recria de rãs, sendo que não houve mortalidade e nem ganho de peso durante o inverno. Porém, ainda são necessários mais estudos relacionados às demais fases de crescimento das rãs em outras estruturas de cultivo e a densidade das espécies durante outras estações do ano (Sousa *et al.*, 2010).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local e Período do Experimento

O projeto de pesquisa foi aprovado junto à Comissão de Ética no uso de Animais da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro como processo nº 23083.001788/2018-31.

O experimento foi desenvolvido nas instalações da Estação de Biologia Marinha do Instituto de Zootecnia - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ). A estação está localizada no município de Mangaratiba, RJ.

Os experimentos foram realizados durante os meses de abril e junho de 2018.

3.2 Adaptação dos Animais, Delineamento Experimental e os Tratamentos

Os juvenis de tilápia do Nilo utilizados no Experimento 1, num total de 400 animais (peso médio de $3,01 \pm 0,34$ g), foram obtidos por doação da Fundação Instituto de Pesca do Estado do Rio de Janeiro (FIPERJ). Na Estação, os peixes foram aclimatados por um período de 30 dias com temperatura média de $25 \pm 1,2^{\circ}\text{C}$, aeração constante fornecida por um soprador de ar, em tanques de 300 litros.

Os girinos de rã-touro utilizados no Experimento 1, num total de 400 (peso médio de $0,3 \pm 0,1$ g), foram obtidos por doação da Fundação Instituto de Pesca do Estado do Rio de Janeiro (FIPERJ). Na Estação, os girinos foram aclimatados por um período de 30 dias com temperatura média de $25 \pm 1,2^{\circ}\text{C}$, aeração constante fornecida por um soprador de ar, em tanques de 300 litros.

Os alevinos de tilápia do Nilo utilizados no Experimento 2, num total de 220 (peso médio de $0,90 \pm 0,09$ g) foram obtidos por doação da Fundação Instituto de Pesca do Estado do Rio de Janeiro (FIPERJ), na Estação, os peixes foram aclimatados por um período de 10 dias com temperatura média de $25 \pm 0,9^{\circ}\text{C}$, aeração constante fornecida por um soprador de ar, em tanques de 300 litros.

Os girinos de rã-touro utilizados no Experimento 2, num total de 420 (peso médio de $1,82 \pm 0,06$ g), foram obtidos por doação da Fundação Instituto de Pesca do Estado do Rio de Janeiro (FIPERJ). Na Estação, os girinos foram aclimatados por um período de 10 dias com temperatura média de $25 \pm 0,9^{\circ}\text{C}$, aeração constante fornecida por um soprador de ar, em tanques de 300 litros.

Os tanques foram cobertos com tela para evitar a fuga dos peixes. Após o período de aclimação, os animais foram submetidos a uma biometria inicial e posteriormente estocados em 20 tanques circulares (100 litros), cobertos com tela e com aeração constante, mantidos em sistema de recirculação de água.

Os experimentos foram realizados em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições em cada tratamento avaliado. No Experimento 1, foram avaliadas cinco proporções de densidade de estocagem de juvenis de tilápias de $5,39 \pm 0,35$ g e girinos de $2,42 \pm 0,11$ g de peso. Os tratamentos foram: monocultivo de tilápias (MT), policultivo de tilápias 75% e girinos 25% (P75/25), policultivo de tilápias 50% e girinos 50% (P50/50), policultivo de tilápias 25% e girinos 75% (P25/75) e monocultivo de girinos (MG). No Experimento 2, foram usadas quatro proporções de densidade de estocagem com alevinos de

tilápias de $0,89 \pm 0,09$ g e girinos de $1,82 \pm 0,06$ g de peso. Os tratamentos consistiam em: monocultivo de tilápias (MT), policultivo de tilápias 12,5% e girinos 87,5% (P12,5/87,5), policultivo de tilápias 25% e girinos 75% (P25/75), monocultivo de girinos (MG).

3.3 Local e Manejo dos Animais

Em ambos os experimentos foram utilizados sistemas de recirculação, cinco para o Experimento 1 e quatro para o Experimento 2, com quatro tanques em cada sistema interconectados em um layout linear. A água dos tanques era drenada pelo fundo e direcionada a um filtro mecânico, e após filtração, a água seguia para o filtro biológico e retornava ao sistema via bombeamento, com uma bomba submersível (Sarlobetter, SB2000) com cada tanque possuindo um abastecimento individual. O filtro mecânico e o filtro biológico possuíam juntos cerca de 80 litros de água, e cada tanque possuindo o mesmo volume útil, totalizando 400 litros de água dentro de cada sistema (linha). A taxa de renovação de água de cada tanque foi de 200% ao dia.

O sistema de criação foi montado dentro de uma sala fechada com iluminação controlada (12 horas claro/ 12 horas escuro), para que a temperatura dos tanques se mantivesse o mais homogênea possível dentro do período experimental. Foram utilizadas 20 caixas d'água (tanques) com capacidade de 100 litros cada e volume útil de 80% para os experimentos. Os tanques foram dispostos em linhas (5 linhas para o Experimento 1 e 4 linhas para o Experimento 2), esses tanques das linhas eram interligados por um mesmo cano de drenagem, a água de drenagem saía dos tanques e passava para o tanque (80 litros de água) com os filtros por um filtro mecânico (composto por esponja filtrante) para retirada das partículas em suspensão da água (restos de ração e fezes dos animais). Após a passagem pelo filtro mecânico a água era direcionada para o biofiltros (substrato composto por conduítes cortados em tamanhos de 2 cm). Após a passar pelos filtros a água voltava para os tanques por meio de torneiras.

Durante os experimentos foram realizadas trocas parciais de água, no Experimento 1 foram realizadas a cada 10 dias trocas de água de 40% do volume total das linhas, no Experimento 2 foi realizada uma troca de água aos 15 dias de experimento onde foi trocada 40% do volume total de água de cada linha.



Figura 1. Disposição dos tanques no sistema de recirculação.

No Experimento 1:

Os animais foram distribuídos em 20 tanques (caixas de água de 100 litros, com volume útil de 80%) com aeração constante. Os juvenis de tilápias do Nilo foram estocados na densidade de um peixe por 2 litros no tratamento de 100% de tilápias. Os girinos foram alojados na densidade de 1 girino por 2 litros de água no tratamento de 100% de girinos. Nos tratamentos com policultivo serão mantidas as densidades de acordo com o percentual de estocagem de cada tratamento.

Os peixes e os girinos foram alimentados três vezes ao dia *ad libitum* com ração extrusada comercial (NUTRIPISCIS TR), a ração foi moída com granulometria de 0,8 mm (Tabela 1) distribuída de forma uniforme sobre a água, todos os dias a ração era pesada antes da primeira alimentação e após a última alimentação para estimar o consumo diário. O experimento teve duração de 30 dias.

Tabela 1. Tabela nutricional da ração comercial apresentada pelo fabricante *

Umidade (máx.)	12 %
Proteína Bruta (mín.)	32%
Extrato etéreo (mín.)	6%
Fibra bruta (máx.)	5,5%
Matéria mineral (máx.)	12%
Cálcio (máx.)	2,5%
Cálcio (mín.)	0,5%
Fósforo (mín.)	0,6%
Vitamina C (mín.)	300 m/kg

*Composição básica da dieta: farelo de arroz, farelo de soja, farelo de trigo, farinha de carne e ossos, farinha de peixe, farinha de sangue, farinha de vísceras, milho integral moído, óleo de soja degomado, cloreto de sódio, calcário calcítico, sulfato de ferro, monóxido de manganês, óxido de zinco, sulfato de cobre, sulfato de cobalto, iodato de cálcio, selenito de sódio. Enriquecimento por kg do produto: vitaminas A, 18.000,00 UI/kg; vitamina D3, 3.600,00 UI/kg; vitamina E, 75,00 UI/kg; vitamina B6, 15,00 mg/kg; vitamina K3, 7,00 mg/kg; vitamina B1, 15,00 mg/kg; vitamina B2, 30,00 mg/kg; vitamina B12, 60,00 mcg/kg; vitamina C, 350,00 mg/kg; niacina, 150,00 mg/kg; ácido Pantotênico, 75,00 mg/kg; ácido fólico, 6,00 mg/kg; biotina, 0,30 mg/kg; colina, 480,00 mg/kg; treonina, 14,00 g/kg; lisina, 19,00 g/kg; metionina, 7.500,00 mg/kg.

Na tabela 2 figuram os dados de densidade e as proporções adotadas nos tratamentos do Experimento 1.

Tabela 2. Densidade de estocagem de cada tratamento no Experimento 1

MG	40 girinos	0 tilápias
P50T/50G	20 girinos	20 tilápias
P25T/75G	30 girinos	10 tilápias
P75T/25G	10 girinos	30 tilápias
MT	0 girinos	40 tilápias

*MG: tratamento 100% girinos; P50/50: tratamento 50% girinos/50% tilápias; P25/75: tratamento 75% girinos/25% tilápias; P75/25: tratamento 25% girinos/75% tilápias; MT: tratamento 100% tilápias.

No experimento 2:

Os animais foram distribuídos em 16 tanques (caixas de água de 100 litros, com volume útil de 80%) com aeração constante. Os alevinos de tilápias do Nilo foram estocados na densidade de um peixe para 2 litros de água no tratamento de 100% de tilápias. Os girinos foram alojados na densidade de 1 girino para 2 litros de água no tratamento de 100% de girinos. Nos tratamentos com policultivo serão mantidas as densidades de acordo com o percentual de estocagem de cada tratamento.

Os peixes e os girinos foram alimentados três vezes ao dia *ad libitum* com ração extrusada comercial (NUTRIPISCIS TR), a ração foi moída com granulometria de 0,8 mm (Tabela 1) distribuída de forma uniforme sobre a água, todos os dias a ração era pesada antes da primeira alimentação e após a última alimentação para estimar o consumo diário. O experimento teve duração de 30



Figura 2. Pesagem dos potes de ração devidamente identificados antes e após a última refeição diária.

Na tabela 3 estão os dados de densidade e as proporções adotadas nos tratamentos do Experimento 2.

Tabela 3. Densidade de estocagem de cada tratamento no experimento 2

MG	40 girinos	0 tilápias
P12,5T/87,5G	35 girinos	5 tilápias
P25,0T/75,0G	30 girinos	10 tilápias
MT	0 girinos	40 tilápias

*P12,5/87,5: tratamento 87,5% girinos/12,5% tilápias; MG: tratamento 100% girinos; P25/75: tratamento 75% girinos/25% tilápias; MT: tratamento 100% tilápias.

3.4 Parâmetros Avaliados

Qualidade da água

Diariamente foram medidos o oxigênio dissolvido (mg/L), o pH e a temperatura (°C) com um multiparâmetro (Akso, modelo AK88), duas vezes ao dia, antes da alimentação. A cada dois dias foram feitos testes de amônia (colorimétrico – Labcon Test Amônia), uma vez na semana foram realizados testes de nitrito (colorimétrico – Labcon Test Nitrito).

Desempenho zootécnico

Cada experimento teve duração de 30 dias. Após esse período, os animais foram pesados e mensurados, para posteriormente serem eutanaziados com superdose de benzocaína (500 mg/L). Com os dados de peso e comprimento, foram calculados: peso médio final (PM, em g); comprimento padrão e total (mm); ganho de peso (GP, em g; considerando-se a fórmula: $GP = \text{Peso médio final} - \text{peso médio inicial}$); biomassa estimada (com base na amostragem final, onde B = peso médio final, Kg); sobrevivência, taxa de crescimento específico (%/dia); e conversão alimentar (g/g).

3.5 Técnicas para Coleta das Informações dos Parâmetros de Avaliação

Nos dois experimentos foram contabilizados diariamente, o número de tilápias e girinos mortos, para estimar a sobrevivência e o número de animais por tanque. Previamente a estocagem dos animais, em ambos os experimentos, foi realizada uma biometria inicial para obtenção dos dados de peso e comprimento inicial. Aos 15 dias foi realizada uma segunda biometria, e ao final do experimento, aos 30 dias foi realizada uma biometria final.



Figura 3. Biometria dos girinos (peso dos girinos).



Figura 4. Biometria das tilápias (peso das tilápias).

3.6 Análise da Composição Centesimal

Aproximadamente 30 g de girinos de rã-touro e de tilápia do Nilo abatidos foram amostrados para análise centesimal em todas as unidades experimentais (nas unidades de monocultivo, somente a espécie criada foi amostrada). A proteína bruta das amostras foi determinada pelo método de Kjeldahl (6,25 fator de multiplicação). Para a determinação do extrato etéreo foi realizada a extração com éter de petróleo em aparelho Soxhlet por 12 horas. As cinzas foram determinadas em mufla a 550° C, por calcificação por 5 e a matéria seca foi obtida em estufa a 105° C por 18 horas. As metodologias utilizadas foram descritas por Silva e Queiroz (2002).



Figura 5. Análise da proteína bruta pelo método de Kjeldahl.

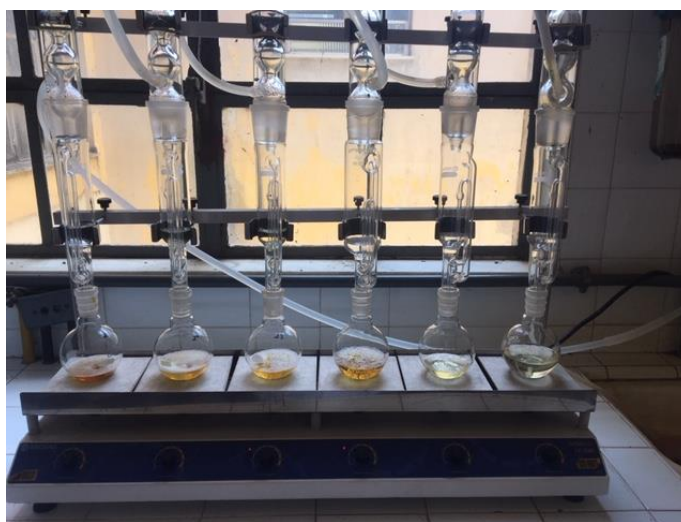


Figura 6. Análise de extrato etéreo através de extração com éter de petróleo em aparelho Soxhlet.

3.7 Análises Estatísticas

Os resultados encontrados para os parâmetros avaliados foram submetidos aos testes de Shapiro-Wilks e Barlett para verificar a normalidade e a homocedasticidade dos dados. Posteriormente foram realizadas às análises de variância (ANOVA), e quando encontradas, as

diferenças entre as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, todos os procedimentos estatísticos foram realizados com o auxílio de um programa estatístico SAS, 2008.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Qualidade da Água e Desempenho Zootécnico: Experimento 1

Durante todo o período experimental, foram obtidos valores médios de temperatura (°C), oxigênio dissolvido (mg/L), pH e amônia total (mg/L) de: $24,81 \pm 0,30$; $6,66 \pm 0,35$; $7,24 \pm 0,06$; $1,78 \pm 0,13$; respectivamente. Os valores de o oxigênio dissolvido, pH e amônia mantiveram-se dentro dos padrões para a espécie segundo Kubitza (2011).

Os valores de biomassa e consumo de ração (Tabela 4), não apresentaram diferenças significativas ($P > 0,05$). Apesar de não apresentar diferença significativa para biomassa entre os tratamentos, esse valor final obtido nos tratamentos em policultivo foi basicamente o valor da biomassa de tilápias, já que a mortalidade de girinos nesses tratamentos foi de quase 100%.

Já os valores de mortalidade (Tabela 4) apresentaram diferenças significativas ($P < 0,05$). Os tratamentos com policultivo apresentaram quase 100% de mortalidade de girinos, essa mortalidade elevada se deu pela predação da tilápia do Nilo dentro dos policultivo.

No experimento 1, como pode ser observado, houve predação dos girinos pelas tilápias. Na primeira biometria realizada aos 15 dias e durante todo o experimento, esse comportamento foi observado, onde as tilápias se alimentavam inicialmente da cauda dos girinos, o que os deixava fracos (dificuldade em nadar e se alimentar) e posteriormente, consumia o restante da carcaça do animal.

Petersen (2007), relata que em policultivo de tilápias com camarões onde se tem uma densidade populacional elevada de tilápias e baixa densidade de camarões, há chances da tilápia preda os camarões do viveiro.

A alimentação durante todo o experimento foi *ad libitum* distribuída em três refeições. Apesar de receberem ração à vontade, as tilápias por apresentarem tamanho superior ao dos girinos e estarem em alta densidade nos tanques predaram os girinos.

A tilápia do Nilo, por ser uma espécie onívora, compete com os girinos por alimento e pode até vir a preda a espécie. Portanto, deve-se ter atenção com a densidade de estocagem e tamanho inicial dos animais para a estocagem em policultivo, sendo que o tamanho usado no presente estudo não é recomendado, pois o principal fator limitante para o bom desempenho do policultivo com essas duas espécies criadas é o tamanho inicial de estocagem.

Tabela 4. Biomassa (g), peso médio (g), mortalidade (%) e consumo de ração (%) da criação em policultivo de alevinos de tilápias do Nilo com girinos de rã-touro

Tratamento	Biomassa (g)		
	Inicial	15 dias	30 dias
MG	94,42±1,70 e	129,72±4,67	97,71±5,69
P50T/50G	158,85±4,34 c	201,15±10,81	222,11±7,27
P25T/75G	127,55±1,73 d	160,82±14,35	122,18±3,95
P75T/25G	185,28±2,05 b	271,80±5,21	521,98±8,75
MT	214,31±4,13 a	352,85±8,63	605,57±6,05
Valor-P	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Tratamento	Peso médio dos girinos (g)		
	Inicial	15 dias	30 dias
MG	2,36±0,04	3,23±0,08	3,34±0,04
P50T/50G	2,50±0,55	2,86±0,68	0,00±0,00
P25T/75G	2,46±0,08	3,15±0,23	3,82±0,30
P75T/25G	2,37±0,64	20,9±1,32	0,00±0,00
Valor-P	0,3890	-	-
Tratamento	Peso médio das tilápias		
	Inicial	15 dias	30 dias
P50T/50G	5,44±0,23	8,48±0,29	12,99±0,63 b
P25T/75G	5,38±0,16	8,70±1,01	14,47±0,99 a
P75T/25G	5,38±0,08	8,73±0,40	11,77±0,51 b
MT	5,35±0,10	9,15±0,53	11,38±0,14 b
Valor-P	0,9818	0,8961	0,0226
Tratamento	Mortalidade (%)		
	Girinos	Tilápias	Total
MG	11,25±3,30	-	11,25±3,30
P50T/50G	100,00±0,00	0,00±0,00	50,00±0,00
P25T/75G	96,66±3,33	5,00±5,00	73,75±3,14
P75T/25G	100,00±0,00	1,66±0,96	26,25±0,72
MT	-	1,25±1,25	1,25±1,25
Valor-P	-	-	-
Tratamento	Consumo de ração (g)		
	15 dias	30 dias	Total
MG	46,42±0,89 e	19,38±0,78 d	65,81±1,27 e
P50T/50G	92,51±1,57 d	70,95±2,51 b	163,46±2,91 c
P25T/75G	88,16±2,17 c	61,38±0,72 c	149,55±2,57 d
P75T/25G	124,87±1,93 b	84,45±1,58 a	209,32±2,57 b
MT	169,27±5,71 a	81,63±1,61 a	250,91±2,67 a
Valor-P	<0,0001	<0,0001	<0,0001

*Média±desvio padrão. Valor-P < 0,05, médias difere pela análise de variância. Letras diferentes na mesma coluna diferem a P<0,05 pelo teste de Tukey.

4.2 Qualidade da Água e Desempenho Zootécnico: Experimento 2

Os parâmetros físico-químicos da água como temperatura e pH são de suma importância para o cultivo de organismos aquáticos. Eles podem influenciar tanto no ganho de

peso, quanto na sobrevivência. Dessa forma, esses parâmetros devem apresentar valores dentro dos padrões considerados ideais para o cultivo.

Durante todo o período experimental, foram obtidos valores médios de temperatura (°C), oxigênio dissolvido (mg/L), pH e amônia (mg/L) de: $25,00 \pm 0,78$; $5,30 \pm 0,57$; $7,30 \pm 0,3$; $0,1 \pm 0,03$; respectivamente. Segundo Furuya (2010), a temperatura ótima para o crescimento da tilápia é de 25 a 30° C, as variações de temperatura podem diminuir ou aumentar o metabolismo gerando perdas de desempenho produtivo. Nesse experimento a temperatura e pH da água não influenciaram os tratamentos, o que comprova que os fatores físico-químicos da água se mantiveram nos padrões adequados para o cultivo.

Candido e colabores (2006), em policultivo de tilápias com camarões (*Litopenaeus vannamei*) registraram temperaturas nos tanques de cultivo entre 26,45 e 27,60 °C e pH variando de 7,72 e 8,12.

No segundo experimento em que foram testadas diferentes densidades de cultivo na relação girino: tilápia com diferentes pesos iniciais para estocagem. Os resultados para mortalidade foram de 0% para ambas as espécies, não havendo predação. Dessa forma, pode-se concluir que para a realização de policultivo entre tilápias e girinos de rã-touro, o peso inicial das tilápias deve estar em torno de 1 g e de girinos em torno de 2 g para que não haja predação.

A tabela 5, apresenta os valores de peso médios para tilápias e girinos desde o peso de inicial de estocagem até o final do experimento e taxa de crescimento específico. Os valores da taxa de crescimento específico de tilápias e de girinos diferem significativamente entre os tratamentos. O tratamento P25/75 teve melhor crescimento para tilápias e o tratamento P12,5/87,5 apresentou melhores resultados para o crescimento de girinos. Em policultivo de *O. niloticus* e *L. vannamei* as tilápias tiveram crescimento médio variando de 184,08 mm a 195,78 mm em 120 dias de experimento (Candido et al., 2006).

Tabela 5. Peso médio (g) e taxa de crescimento específico (%/dia) dos girinos de rã-touro e de tilápias do Nilo ao longo do período experimental na criação em policultivo

Tratamento	Peso médio tilápia do Nilo (g)			TCE da tilápia do Nilo (%/dia)
	Inicial	15 dias	30 dias	
P12,5T/87,5G	$0,87 \pm 0,08$	$2,02 \pm 0,36$	$3,12 \pm 0,54$	$110,39 \pm 15,75$
P25,0T/75,0G	$0,85 \pm 0,07$	$2,28 \pm 0,15$	$3,04 \pm 0,26$	$110,74 \pm 08,60$
MT	$0,97 \pm 0,06$	$1,83 \pm 0,09$	$2,77 \pm 0,04$	$101,97 \pm 01,30$
Valor-P	0,5354	0,4286	0,7593	0,8003
Tratamento	Peso médio do girino (g)			TCE do girino (%/dia)
	Inicial	15 dias	30 dias	
P12,5T/87,5G	$1,80 \pm 0,12$	$2,86 \pm 0,19$ a	$3,46 \pm 0,09$	$122,19 \pm 2,61$
P25,0T/75,0G	$1,85 \pm 0,13$	$2,85 \pm 0,17$ a	$3,43 \pm 0,11$	$120,92 \pm 3,43$
MG	$1,71 \pm 0,11$	$2,26 \pm 0,15$ b	$3,22 \pm 0,23$	$114,53 \pm 7,59$
Valor-P	0,3425	0,0482	0,5448	0,5395

Valor-P < 0,05, médias diferem pela análise de variância. Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença significativamente entre os tratamentos.

*Média±desvio padrão.

Tabela 6. Biomassa total de alevinos de tilápias do Nilo e girinos de rã-touro criados em policultivo

Tratamento	Biomassa total 1 dia	Biomassa total 15 dias	Biomassa total 30 dias
P12,5/87,5	66,34 ± 1,23	108,45 ± 1,77	127,55 ± 3,02
MG	72,08 ± 0,78	117,48 ± 1,02	131,31 ± 0,71
P25/75	56,18 ± 1,23	89,87 ± 2,33	115,82 ± 3,3
MT	35,27 ± 1,93	64,66 ± 2,63	93,27 ± 1,79
Valor-P	0,0001	0,0001	0,0001

Valor-P < 0,05, médias diferem pela análise de variância.

*Média±desvio padrão.

Com relação à biomassa total (Tabela 6) não houve diferença significativa entre os tratamentos, mas pode-se observar que em termos de biomassa, no policultivo de tilápias com girinos de rã-touro a densidade do P12,5/87,5 teve maior valor final.

Até o momento não foram encontrados estudos na literatura sobre policultivo de alevinos de tilápias e girinos de rã-touro, apesar de existirem diversos trabalhos sobre policultivo de tilápias com outras espécies de peixes e camarões.

A tabela 7 apresenta o consumo total de ração durante os 30 dias de experimento. Observou-se uma queda no consumo de ração no período final do experimento, que pode ser explicado pela maior quantidade matéria orgânica dissolvida na água e que é utilizada como alimento pelos animais. Asaduzzaman *et al.* (2009) observaram que a tilápia tem um hábito oportunista quando utilizadas em policultivo com camarão, pois verificaram uma redução significativa na abundância de fitoplâncton do ambiente. Menezes *et al.* (2010) também verificaram significativa diminuição da biomassa de zooplâncton e fitoplâncton após a entrada de *O. niloticus* numa comunidade de plâncton.

Tabela 7. Consumo de ração (g), ganho de peso (g) e conversão alimentar da criação em policultivo de alevinos de tilápias do Nilo e girinos de rã-touro

Tratamento	Consumo de ração (g)	Ganho de peso (g)	Conversão alimentar (g/g)
P12,5T/87,5G	84,90±4,27 a	61,21 ± 1,86	1,39 ± 0,07 a
MG	80,90±1,81 a	59,22 ± 0,90	1,36 ± 0,03 a
P25,0T/75,0G	94,28±2,71 b	59,64 ± 3,17	1,59 ± 0,11 b
MT	103,56±3,53c	58,00 ± 0,33	1,78 ± 0,55 c
Valor-P	0,0001	0,6989	0,0083

*Média±desvio padrão. Valor-P < 0,05, médias difere pela análise de variância. Letras diferentes na mesma coluna diferem a P<0,05 pelo teste de Tukey.

Na tabela 7 também estão expressos os ganhos de peso total dos animais e conversão alimentar total.

Os valores de ganho de peso não apresentaram diferença significativa ($P > 0,05$) entre os tratamentos, ou seja, o crescimento nas diferentes densidades de policultivo estudadas e os monocultivos foram estatisticamente iguais.

Diferentemente deste estudo, em um trabalho realizado com policultivo entre camarões e curimatãs, o aumento da densidade dos camarões no sistema de policultivo influenciou negativamente o desempenho zootécnico dos peixes, exceto o parâmetro sobrevivência. Entretanto o policultivo proporcionou um incremento na biomassa total final produzida nos viveiros, além de não ter alterado os parâmetros de qualidade de água (Almeida *et al.*, 2015).

Para conversão alimentar os valores apresentados diferem significativamente entre os tratamentos. Os tratamentos P12,5/87,5 e MG apresentaram melhores conversões alimentar (Tabela 12).

Segundo Kubitzka (2000), resultados esperados de conversão alimentar para tilápias é de 1,4 a 1,8, mostrando que os valores encontrados no presente estudo estão dentro do normal para a espécie. Os valores para conversão alimentar encontrados em outros estudos para girinos de rã-touro variaram de 1,11 (Lima *et al.*, 2003) a 8,17 (Seixas Filho *et al.*, 2011).

A Tabela 8 apresenta os resultados da análise proximal para girinos e tilápias. Martins *et al.* (2009), analisaram a composição proximal da carcaça de tilápias aos 76 dias de idade (idade próxima às das tilápias ao final desse experimento) os resultados encontrados foram 75, 58%, 10,37%, 7,81% e 3,43% para umidade, proteína bruta, extrato etéreo e cinzas, respectivamente, corroborando com os resultados desse experimento. Para girinos de rã-touro, a composição da carcaça observada na literatura foi de 88,53% e 3,61% para umidade e extrato etéreo respectivamente (Martins, 2015).

Tabela 8. Composição centesimal (umidade (g/Kg), proteína bruta (g.Kg), extrato etéreo (g/Kg) e cinzas (g/Kg)) de girinos de rã-touro e de tilápia do Nilo da criação em policultivo

Tratamento	Umidade (g/Kg)	Proteína bruta (g/Kg)	Extrato etéreo (g/Kg)	Cinzas (g/Kg)
Girinos de rã-touro				
P12,5T/87,5G	867,8±12,4 b	56,6±10,5	33,3±10,5	12,3±0,5 b
MG	868,9±04,5 b	55,8±03,6	35,1±02,3	30,2±1,4 a
P25,0T/75,0G	883,5±10,7 a	49,3±02,5	29,9±02,4	27,3±1,2 a
Valor-P	0,0173	0,9874	0,9010	0,0042
Tilápia do Nilo				
P12,5T/87,5G	766,4±06,7 b	112,2±7,4	84,8±6,1 a	26,6±0,7 c
MT	750,5±10,6 b	124,0±4,7	71,3±2,3 a	38,2±1,5 b
P25,0T/75,0G	782,1±02,9 a	115,7±5,8	51,0±1,9 b	41,2±2,5 a
Valor-P	0,0004	0,0618	0,0001	0,0001

*Média±desvio padrão. Valor-P < 0,05, médias difere pela análise de variância. Letras diferentes na mesma coluna diferem a P<0,05 pelo teste de Tukey.

5 CONCLUSÃO

Em policultivo com tilápias maiores que girinos, a sobrevivência dos girinos é prejudicada, pois ocorre predação por parte das tilápias, portanto não é recomendada.

Em policultivo com girinos maiores que as tilápias, é recomendada a proporção de 87,5% de girinos e 12,5% de tilápias, obtendo-se melhores resultados para conversão alimentar, crescimento e biomassa.

Independentemente da densidade escolhida, foi observado que para policultivo entre tilápias do Nilo e girinos de rã-touro, o ideal é que sejam estocados alevinos de tilápia com peso médio de 1 g e girinos com peso médio em torno de 1,8 g, para que não haja predação.

O policultivo entre girinos de rã-touro e alevinos de tilápia do Nilo é indicado para o ranicultor como alternativa de diversificação de produção com a criação de tilápias nos tanques e melhoria da qualidade da água nos tanques de girinagem.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, E.O.; SANTOS, R.B.; COELHO FILHO, P.A.; CAVALCANTE JUNIOR, A SOUZA, A.P.L.; SOARES, E.C. Policultivo do curimatã pacu com o camarão canela. **Boletim Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 41: 271-278, 2015.
- ARANA, L. V. **Fundamentos de aquicultura**. Florianópolis, SC: UFSC, 2004.
- ASADUZZAMAN, M.; WAHAB, M. A.; VERDEGEM, M. C. J.; BENERJEE, S.; AKTER, T.; HASAN, M M.; AZIM, M. E. Effects of addition of tilapia *Oreochromis niloticus* and substrates for periphyton developments on pond ecology and production in C/N-controlled freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* farming systems. **Aquaculture**, v. 287: 371-380, 2009.
- AVNIMELECH, Y. Biofloc technology: A practical guide book. Baton Rouge, Louisiana-United States, **The World Aquaculture Society**. 182 p. 2009.
- BENLI, A. Ç. K.; KÖKSAL, G. The Acute Toxicity of Ammonia on Tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) Larvae and Fingerlings. Turkish, **Journal of Veterinary & Animal Sciences**, v. 29: 39-344, 2005.
- BOMFIM, M. A. D.; LANNA, E. A. T.; DONZELE, J. L.; ABREU, M. L. T.; RIBEIRO, F. B.; QUADROS, M. Redução de proteína bruta com suplementação de aminoácidos, com base no conceito de proteína ideal, em rações para alevinos de tilápia-do-nilo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37: 1713-1720, 2008.
- BRITO, L.O.; SIMÃO, B.R.; PEREIRA NETO, J.B.; CEMIRAMES,G.; AZEVEDO, C.M.S.B. Densidade planctônica do policultivo de *Litopenaeus vannamei* e *Oreochromis niloticus*. **Ciência animal brasileira**, Goiânia, v.18: 1-11, 2017.
- CANDIDO, A.S.; MELO JÚNIOR, A.P.; SANTOS, C.H.A.; COSTA, H.J.M.S.; IGARASHI, M.A. Policultivo do camarão marinho (*Litopenaeus vannamei*) com tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Arq. ciên. vet. zool. UNIPAR, Umuarama**, v. 9: 9-14, 2006.
- CASTRO, C. S. **Frequência alimentar e período de alimentação no cultivo de rã-touro em tanque-rede**. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu, 2013.
- CRUZ, T. A. Aspectos econômicos da criação de rãs. In: **A tecnologia da criação de rãs**. Org.: LIMA, S. L.; AGOSTINHO, C. A. Viçosa, UFV, MG, 1992.
- EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Pesca e Aquicultura. 2018. Disponível em: <https://www.embrapa.br/tema-pesca-e-aquicultura>.
- EL-SAYED, A. F. M. S. D.; GABER, M. M. A. Effect of dietary protein levels and feeding rates on growth performance, production traits and body composition of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.) cultured in concrete tanks. **Aquaculture**, v. 36: 163-171, 2005.
- EL-SAYED, A. F. M. **Tilapia Culture**. Alexandria: CABI Publishing, 2006.
- FAO, El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2008. Departamento de Pesca y Acuicultura de la FAO. Roma, 196p., 2009.

- FAO, The State of World Fisheries and Aquaculture. Rome: FAO, 200p., 2016.
- FAO. The State of World Fisheries and Aquaculture 2018 (SOFIA): Meeting the sustainable development goals, Rome. Food and Agriculture Organization, 227 p., 2018.
- FERREIRA, C. M.; PIMENTA, A. G. C.; PAIVA NETO, J. S. Introdução à Ranicultura. **Boletim Técnico do Instituto de Pesca**, São Paulo, 33: 15p., 2002.
- FERREIRA, I. **Criação racional de rãs**. São Paulo: Nobel, 2004.
- FIGUEIREDO JÚNIOR, C. A.; VALENTE JÚNIOR, A. S. Cultivo de tilápias no Brasil: origens e cenário atual. In: XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural. **Anais...**Rio Branco: Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, 2008.
- FONTANELLO, D.; ARRUDA SOARES, H.; MANDELLI JR., J.; REIS, J. M. Crescimento de girinos de *Rana catesbeiana*, SHAW, 1802 (rã-touro) criadas com rações de diferentes níveis protéicos. **Boletim do Instituto de Pesca**, 9: 125-129, 1982.
- FURUYA, W. M. **Tabelas Brasileiras para a nutrição de tilápias**. Gráfica Editora, Toledo, 100 p., 2010.
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Dados da Pesquisa Pecuária Municipal de 2016.
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Dados da Pesquisa Pecuária Municipal de 2018.
- KUBITZA, F; **Tilápia: tecnologia e planejamento na produção comercial**. Jundiaí, 285p., 2000.
- KUBITZA, F. Qualidade da água, sistemas de cultivo, planejamento da produção, manejo nutricional e alimentar e sanidade. **Panorama da Aquicultura**. v.10: maio/junho, 2000.
- KUBITZA, F. Sistemas de Recirculação: sistemas fechados com tratamento e reuso da água. **Panorama da Aquicultura**, Rio de Janeiro, v. 16:15-22, 2006.
- KUBITZA, F. Tilápia: Tecnologia e planejamento na produção comercial. 2. ed. rev. ampl. Jundiaí: **Acqua Supre Com. Suprim. Aquicultura**, 326p., 2011.
- KUBITZA, F. Brazilian aquaculture : Constraints and challenges (Part 2). **Glob. Aquac. Advocate**, 1–5, 2016.
- LIMA, S. L. Análise dos problemas da cadeia produtiva da ranicultura e propostas de soluções. I Ciclo de Palestras sobre Ranicultura do Instituto de Pesca. **Boletim Técnico do Instituto de Pesca**. São Paulo, 31: 49p., 2001.
- LIMA, S. L.; CASALI, A. P.; AGOSTINHO, C. A. Desempenho zootécnico e tabela de alimentação de girinos de rã-touro (*Rana catesbeiana*) criados no sistema anfigranja. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32: 512-518, 2003.
- LITTLE, D. C.; MURRAY, F. J.; AZIM, E.; LESCHEN, W.; BOYD, K.; WATTERSON, A.; AND YOUNG, J. A. Options for producing a warm water-fish in the UK: limits to “Green Growth”? **Trends in Food Science & Technology**, v. 19: 255-264, 2008.

- MARTINS, T. R.; SANTOS, V. B.; PERES, P. V.; SILVA, T. T. Variação da composição química corporal de tilápias (*Oreochromis niloticus*) com o crescimento. **Colloquium Vitae**, 117-122, 2009.
- MARTINS, C. I. M.; EDING, E. P.; VERRETH, J. A. J. The effect of recirculating aquaculture systems on the concentrations of heavy metals in culture water and tissues of Nile tilapia *Oreochromis niloticus*. **Food Chemistry**, 126:1001-1005, 2010.
- MARTINS, T. P. A. **Suplementação de vitamina c para girinos de *Lithobates catesbeianus* submetidos à baixa temperatura**. Dissertação (Mestrado) - Universidade de Brasília, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Brasília, 2015.
- MAZZONI, R. Sistema inundado de cria de ranas. In: International Meeting On Frog Research And Techology, 2: Encontro Nacional de Ranicultura. **Anais...** Santos: ABETRA – Academia Brasileira de Estudos Técnicos em Ranicultura, 151-160, 1997.
- MELLO, G.L.; FARIAS, A.P. Policultivo de tilápias e camarões marinhos: Os resultados das primeiras experiências em Laguna-SC. **Panorama da Aquicultura**, 17: 42-47, 2007.
- MELLO, S. C. R. P. Sistema inundado de criação de rãs. Ensaio experimentais. In: Ciclo de Palestras sobre Ranicultura do Instituto de Pesca, 1, 2001. **Boletim Técnico do Instituto de Pesca**, v. 31, 2001.
- MENEZES, R. F.; ATTAYDE, J. L.; VASCONCELOS, F. R. Effects of omnivorous filter-feeding fish and nutrient enrichment on the plankton community and water transparency of a tropical reservoir. **Freshwater Biology**, v. 55: 767-779, 2010.
- MEURER, F.; HAYASHI, C.; SOARES, C. M.; BOSCOLO, W. R. Utilização de leveduras spray dried na alimentação de alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 22: 479-484, 2000.
- PEREIRA, A. C.; SILVA, R. F. Produção de tilápias. **Manual Técnico**, 31. Niterói: Programa Rio Rural, 2012.
- PETERSEN, R. L. Policultivo de tilápia + camarão marinho: uma realidade equatoriana em 2007. **Panorama da Aquicultura**. v.17: 49-53, 2007.
- PINTO, D. F. H.; MANSANO, C. F. M.; STÉFANI, M. V.; PEREIRA, M. M. Optimal digestible protein level for bullfrog tadpoles. **Aquaculture**, v. 440: 12-16, 2015.
- POPMA, T J.; PHELPS, R. P. Status report to commercial tilapia producers on monose x fingerling productions techniques. In: AQUICULTURA BRASIL, 98. **Anais...** Recife: SIMBRAQ, 127-145, 1998.
- RODRIGUES, A. P. O. et al. **Piscicultura de água doce: multiplicando conhecimentos**. Brasília, DF : Embrapa, 440 p. 2013.
- ROSA, R., LIMA, F. Peixes: Os peixes brasileiros ameaçados de extinção, in: Machado, A., Drummond, G., Paglia, A. (Eds.), **Livro Vermelho Da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção**. MMA, Brasília, 285p., 2008.
- SCHNAITTACHER, G.; KING, W.; BERLINSKY, D.L. The effects of feeding frequency on growth of juvenile Atlantic halibut, *Hippoglossus hippoglossus* L. **Aquaculture International**, v.36: 370-377, 2005.
- SEBRAE, 2015- **Aquicultura no Brasil- Série Estudos Mercadológicos**.

- SEIXAS FILHO, J.T.; OLIVEIRA, M.G.A.; NAVARRO, R.D.; GARCIA, S.L.R.; MOURA, G. S.; RIBEIRO FILHO, O.P. Atividades enzimáticas de girinos de rã-touro submetidos a rações com níveis de proteína. **Archivos de Zootecnia**, v.60: 1161-1170, 2011.
- SEIXAS FILHO, J.T.; NAVARRO, R.D.; SILVA, L. N.; SOUZA, L. N. Alimentação de girinos de rã-touro com diferentes níveis de proteína bruta. **Ciência Animal Brasileira**, v. 12: 250-256, 2011.
- SEIXAS FILHO, J.T.; PEREIRA, M.M.; MELLO, S.C.R.P. **Manual de Ranicultura para o Produtor**. HP Comunicação Editora. Rio de Janeiro, 155p., 2017.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos)**. 3.ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 235p., 2002.
- SILVA, L.; KREUTZ, L.; SOUZA, S.; BEDIN, A.; BARCELLOS, L.; FINCO, J.; RITTER, F. & QUEVEDO, R. Alternative species for traditional carp polyculture in southern South America: Initial growing period. **Aquaculture**. 255: 417-428, 2006.
- SIMÃO, B.R.; BRITO, L.O.; MAIA, A.S.C.; MIRANDA, L.C.; AZEVEDO, C.M.D.S.B. Stocking densities and feeding strategies in shrimp and tilapia polyculture in tanks. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. 48: 1088–1095, 2013.
- SMITH, J. C.; SANDERSON, S. L. Mucus function and crossflow filtration in a fish with gill rakers removed versus intact. **The Journal of Experimental Biology**, v. 210: 2706-2713, 2007.
- SOUSA, R.M.R.; AGOSTINHO, C.A.; OLIVEIRA, F.A.; ARGENTIM, D.; OLIVEIRA, L.C.; WECHSLER, F.S.; AGOSTINHO, S.M.M. Recria de rã-touro (*Rana Catesbeiana*) em tanques rede alojados em viveiros de tilápia. **Archivos de Zootecnia**. 59 (225): 31-38, 2010.
- WILBUR, H. M. Complex life cycles. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v.11: 67-93, 1980.