

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Escola de Veterinária

Programa de Pós-graduação em Zootecnia

Gean Paulo Andrade Reis

**RECRIA E ENGORDA DE RÃ-TOURO (*Lithobates catesbeianus*) EM SISTEMA DE
PRODUÇÃO SEMI-INUNDADO E INUNDADO**

BELO HORIZONTE - MG

2021

Gean Paulo Andrade Reis

**RECRIA E ENGORDA DE RÃ-TOURO (*Lithobates catesbeianus*) EM SISTEMA DE
PRODUÇÃO SEMI-INUNDADO E INUNDADO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

Prof. Orientador: Dr. Galileu Crovatto Veras

BELO HORIZONTE – MG

2021

R375r Reis, Gean Paulo Andrade ,1996-
Recria e engorda de rã-touro (*Lithobates catesbeianus*) em Sistema de Produção
semi-inundado/ Gean Paulo Andrade Reis. – 2021.
49f: il

Orientador: Galileu Crovatto Veras
Dissertação (Mestrado) apresentada à Faculdade de Medicina Veterinária da
UFMG, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.
Bibliografias: f. 47 a 49.

I - Hematologia veterinária - Teses - 2. Zootecnia - Teses - I. Veras, Galileu
Crovatto - II. Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária-
III Título.

CDD – 636.089

Bibliotecária responsável Cristiane Patrícia Gomes CRB 2569
Biblioteca da Escola de Veterinária, UFMG.



Escola de Veterinária
UFMG

ESCOLA DE VETERINÁRIA DA UFMG
COLEGIADO DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA
Av. Antônio Carlos 6627 - CP 567 - CEP 30123-970 - Belo Horizonte- MG
TELEFONE (31)-3409-2173

www.vet.ufmg.br/academicos/pos-graduacao
E-mail cpgzootec@vet.ufmg.br

ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE GEAN PAULO ANDRADE REIS

Às 09:30 horas do dia 30 de março de 2021, reuniu-se, remotamente, a Comissão Examinadora de dissertação, aprovada em reunião no 04/12/2020, para julgar, em exame final, a defesa da dissertação intitulada: **RECRIA E ENGORDA DA RÃ-TOURO (*Lithobates catesbeianus*) EM SISTEMA DE PRODUÇÃO SEMI-INUNDADO E INUNDADO**, como requisito final para a obtenção do Grau de Mestre em Zootecnia, área de concentração **Produção Animal**

Abrindo a sessão, o Presidente da Comissão, Prof. Galileu Crovatto Veras, após dar a conhecer aos presentes o teor das Normas Regulamentares da Defesa de dissertação, passou a palavra ao (a) candidato (a), para apresentação de seu trabalho. Seguiu-se a arguição pelos examinadores, com a respectiva defesa do candidato (a). Logo após, a Comissão se reuniu, sem a presença do candidato e do público, para julgamento da tese, tendo sido atribuídas as seguintes indicações:

	Aprovada	Reprovada
Prof.(a)/Dr.(a) ANDRÉ MUNIZ AFONSO	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Prof.(a)/Dr.(a) RENAN ROSA PAULINO	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Prof.(a)/Dr.(a) GALILEU CROVATTO VERAS	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>


Pelas indicações, o (a) candidato (a) foi considerado (a): Aprovado (a)
 Reprovado (a)

Para concluir o Mestrado, o(a) candidato(a) deverá entregar 03 volumes encadernados da versão final da dissertação acatando, se houver, as modificações sugeridas pela banca, e a comprovação de submissão de pelo menos um artigo científico em periódico recomendado pelo Colegiado dos Cursos. Para tanto terá o prazo máximo de 60 dias a contar da data defesa.

O resultado final, foi comunicado publicamente ao (a) candidato (a) pelo Presidente da Comissão. Nada mais havendo a tratar, o Presidente encerrou a reunião e lavrou a presente ata, que será assinada por todos os membros participantes da Comissão Examinadora e encaminhada juntamente com um exemplar da dissertação apresentada para defesa.

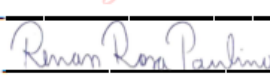
Belo Horizonte, 30 de março de 2021.

Assinatura dos membros da banca:



ANDRE MUNIZ
AFONSO:93160
186768

Digitally signed by ANDRE
MUNIZ
AFONSO:93160186768
Date: 2021.03.30 17:08:15
-03'00'



(Vide Normas Regulamentares da defesa de Dissertação no verso)
(Este documento não terá validade sem assinatura e carimbo do Coordenador)

Dedico a todos aqueles que amo, que me apoiaram e contribuíram para a conclusão dessa importante etapa da minha vida profissional. Em especial aos meus pais Belchior Gonçalves dos Reis e Nilza Andrade da Silva Reis.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de estudos concedida.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro de projetos de pesquisa durante o período de estudos.

À empresa GUABI Nutrição e Saúde Animal S.A. pelo fornecimento de ração para a realização do experimento e manutenção dos animais no Setor de Ranicultura da Escola de Veterinária da UFMG.

Agradeço à minha família e familiares, em especial ao meu pai Belchior, mãe Nilza e irmãos Jonnathan e Nathan que sempre foram meu maior apoio e motivação. Obrigado por todo o carinho, incentivo e não poderia deixar de agradecer o suporte financeiro que permitiu que eu pudesse prosseguir com a minha pós-graduação durante o primeiro ano.

Àqueles que por onde caminhei se tornaram grandes amigos e irmãos, do ensino médio até a Zootecnia e todos que sempre estiveram comigo. Mesmo que a distância e a vida adulta tenham barrado nossa comunicação, mas que quando acontece é verdadeira, é leve e abraça como se o último encontro tivesse sido apenas alguns dias.

A todos os professores que foram essenciais em minha formação, do ensino médio a graduação. Muito obrigado por todo o conhecimento compartilhado e por cada lição.

Ao meu orientador Galileu C. Veras e a equipe maravilhosa do Setor de Ranicultura da UFMG, que tive o prazer de trabalhar junto esses dois últimos anos. Estar entre pessoas incríveis como vocês é inspirador.

Agradeço também àqueles que foram mais que apenas colegas e se tornaram minha família em solo belorizontino, vocês que foram tudo que eu precisava e fizeram dessa experiência ser tão incrível que eu não poderia imaginar, que fizeram dois anos turbulentos e difíceis parecerem leves, me presenteando com momentos que eu nunca vou esquecer.

Não poderia deixar de agradecer àqueles que de uma maneira peculiar sempre estiveram comigo, meus deuses e guias.

E por fim, Gamora e Nebulosa, que mesmo fora de seu entendimento, foram minhas melhores e maiores companheiras nesta jornada.

Com tanto e a tantos a quem agradecer, eu não poderia cometer a deselegância de deixar alguém de fora. Então muito obrigado a todos que me acompanharam até aqui.

“Ohana quer dizer família. Família quer dizer que ninguém é abandonado ou esquecido” – Frase do filme “Lilo & Stitch”, 2002.

“You want to become the person you were born to be. Don't waste your time on all the junk of life. Spend your precious hours doing what will bring out the real you, the brilliant passionate you that's willing to contribute something meaningful to this world”

(Joe from the movie Soul, 2020).

RESUMO

Com o presente trabalho objetivou-se avaliar o desempenho produtivo e os aspectos fisiológicos da rã-touro (*Lithobates catesbeianus*) criadas em dois sistemas de produção, baias em sistema semi-inundado e inundado, durante as fases de recria e engorda. O experimento I durou 30 dias e foram utilizadas 600 imagos de rã-touro ($5,48 \pm 0,57g$). Os animais foram distribuídos aleatoriamente em seis baias de $1,22 m^2$, três em sistema inundado e três em sistema semi-inundado, em uma densidade de estocagem de 100 imagos/baia. No experimento II foram utilizados 204 exemplares de rã-touro ($37,85 \pm 1,55g$), distribuídos aleatoriamente em seis baias de $1,22 m^2$, três em sistema inundado e três em sistema semi-inundado, em uma densidade de estocagem de 34 rãs/baia, com duração de 120 dias. Em ambos os experimentos os animais foram alimentados três vezes ao dia com ração para peixes carnívoros, até a saciedade aparente. A limpeza das baias era realizada duas vezes ao dia, antes da primeira e última alimentação do dia. No experimento I, fase de recria, não houve diferença ($p>0,05$) entre os tipos de baias sobre as variáveis de desempenho e o percentual de imagos por faixa de tamanho. No experimento II, fase de engorda, as rãs criadas em sistema inundado apresentaram maior ganho de peso, taxa de crescimento específico, taxa de eficiência proteica e melhor conversão alimentar ($p<0,05$). Os animais criados em baias inundadas apresentaram maior ($p<0,05$) porcentagem de animais médios (150 a 250g), enquanto o sistema semi-inundado apresentou maior ($p<0,05$) porcentagem de animais pequenos ($<150g$). Não houve diferença entre os tipos de baias ($p>0,05$) sobre o percentual de animais grandes ($>250g$). Quanto aos índices de rendimento, não houve interação do tipo de baia e o sexo dos animais sobre nenhuma das variáveis avaliadas. O tipo de baia influenciou ($p<0,05$) apenas o índice lipossomático e índice gonadossomático das fêmeas. Fêmeas criadas em baias inundadas apresentaram maior índice lipossomático e gonadossomático. Houve efeito ($p<0,05$) isolado do sexo sobre o rendimento de carcaça, rendimento de pernas e índice viscerossomático. As fêmeas apresentaram maior índice viscerossomático. Os machos apresentaram maior rendimento de carcaça e pernas. Não houve influência ($p>0,05$) do tipo de baia sobre o eritrograma e leucograma das rãs. As rãs criadas em baias inundadas apresentaram maiores níveis de triglicérides e colesterol total ($p<0,05$). Por outro lado, o tipo de baia não influenciou ($p>0,05$) os níveis de glicose, lactato, proteínas totais, albumina, globulinas e relação albumina/globulinas. Portanto, apesar do tipo de baia não ter influenciado o crescimento de imagos durante a fase de recria, recomenda-se a engorda de rã-touro em baia inundada uma vez que os animais criados neste tipo de sistema apresentaram melhor desempenho produtivo e não tiveram sua homeostase alterada.

Palavras-chave: baía alagada; desempenho zootécnico; hematologia; homeostase; ranicultura; *Rana catesbeiana*.

ABSTRACT

The present study aimed to evaluate the productive performance and the welfare of the bullfrog (*Lithobates catesbeianus*) in two production systems, semi-flooded and flooded, during the rearing and fattening phases. Experiment I lasted 30 days and 600 bullfrog froglets (5.48 ± 0.57 g) were used, randomly distributed in six pens of 1.22 m², three pens in a flooded system and three pens in a semi-flooded system, at a stocking density of 100 froglets/pen. Experiment II lasted 120 days and 204 bullfrogs (37.85 ± 1.55 g) were used, randomly distributed in six 1.22 m² pens, three in a flooded system and three in a semi-flooded system, in stocking density of 34 frogs/pen. In experiment I, both the zootechnical performance and the proportion of animals per size range were statistically equal ($p > 0.05$) between the two systems. In experiment II, frogs reared in a flooded system had greater weight gain, specific growth rate, protein efficiency rate and better feed conversion ($p < 0.05$). The animals raised in flooded pens had a higher ($p < 0.05$) percentage of medium animals – 150 to 250 g, while the semi-flooded system had a higher ($p < 0.05$) percentage of small animals – < 150 g. There was no difference ($p > 0.05$) between the types of pens on the percentage of large animals – > 250 g. There was no interaction ($p > 0.05$) between the type of pen and the sex of the animals on any of the performance variables evaluated. Regardless of sex, animals raised in flooded pens had a higher ($p < 0.05$) liposomal index. On the other hand, only females reared in flooded pens had a higher ($p < 0.05$) gonadosomatic index. Regardless of the system, females had higher ($p < 0.05$) viscerosomatic index. Males had higher ($p < 0.05$) carcass and legs yields. There was no influence ($p > 0.05$) of the type of pen on the erythrogram and white blood cell count of the frogs. Frogs reared in flooded pens showed higher levels of triglycerides and total cholesterol ($p < 0.05$). On the other hand, the type of pen did not influence ($p > 0.05$) the levels of glucose, lactate, total proteins, albumin, globulins and the albumin/globulins. Therefore, although the type of pen did not influence the growth of froglets during the rearing phase, it is recommended that bullfrogs be fattened in a flooded pen, as the animals raised in this type of system presented better productive performance and did not have their homeostasis altered.

Keywords: flooded pen; hematology; homeostasis; raniculture; *Rana catesbeiana*; zootechnical performance.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1.** A – Baía em sistema inundado e B- Baía em sistema semi-inundado com elevação de 50% do piso da baía 33
- Figura 2.** TS (%) - taxa de sobrevivência, TC (%) – taxa de canibalismo, Ganho de peso (g), Ganho de comprimento (cm), TCE (%) – taxa de crescimento específico, TEP (%) – taxa de eficiência proteica, CRD (g) – consumo de ração diário e CA – conversão alimentar de rês-touro (*L. catesbeianus*) criadas em sistema semi-inundado e inundado. Letras diferentes indicam diferenças ($p < 0,05$) entre os tipos de baía 41
- Figura 3.** IHS (%) – índice hepatossomático, ILS (%) – índice lipossomático, IVS (%) – índice viscerossomático, Rendimento de carcaça (%), Rendimento de perna (%), IGS Fêmeas (%) – índice gonadossomático das fêmeas e IGS Machos (%) – índice gonadossomático dos machos de rês-touro (*L. catesbeianus*) criadas em sistema semi-inundado e inundado. Letras maiúsculas diferentes indicam diferenças ($p < 0,05$) entre tipos de baias, letras minúsculas indicam diferenças ($p < 0,05$) entre o sexo 42

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Desempenho produtivo de imagos de rês-touro (*L. catesbeianus*) criados em sistemas semi-inundado e inundado 39
- Tabela 2.** Porcentagem de animais de pequeno, médio e grande porte nas fases de recria e engorda, em sistemas semi-inundado e inundado 40
- Tabela 3.** Bioquímica plasmática e parâmetros hematológicos de rês-touro (*L. catesbeianus*) criadas em sistemas semi-inundados e inundados 43

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

A/ G: Albumina/ Globulinas

CA: Conversão alimentar

CHCM: Concentração de hemoglobina corpuscular média

CONCEA: Controle de Experimentação Animal

CRD: Consumo de ração diária

FAO: Food and Agriculture Organization

GC: Ganho de comprimento

GP: Ganho de peso
HCM: Hemoglobina corpuscular média
IGS: Índice gonadossomático
HIS: Índice hepatossomático
ILS: Índice lipossomático
IVS: Índice viscerossomático
MGGW: May-Grünwald-Giemsa-Wright
PVC: policloreto de vinila
RBC: Contagem total de eritrócitos
RC: Rendimento de carcaça
RP: Rendimento de pernas
TC: Taxa de canibalismo
TCE: Taxa de crescimento específico
TEP: Taxa de eficiência proteica
TS: Taxa de sobrevivência
UFMG: Universidade Federal de Minas Gerais
UFU: Universidade Federal de Uberlândia
UFV: Universidade Federal de Viçosa
VCM: Volume corpuscular médio
WBC: Contagem total de leucócitos

Sumário

1 INTRODUÇÃO.....	15
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	16
2.1 Rã-touro.....	16
2.2 Sistemas de produção na recria e engorda de rã-touro.....	17
2.3 Sistemas Semi-inundados.....	17
2.3.1 Tanque-Ilha.....	17
2.3.2 Anfigranja.....	18
2.3.3 Confinamento.....	18
2.3.4 Gaiolas e Ranabox.....	19
2.4 Sistema Inundado.....	20
2.4.1 Tanque-rede.....	21
2.5 Sistemas Híbridos.....	21
2.6 Desempenho e bem-estar animal.....	22
2.7 Hematologia como ferramenta para avaliar o bem-estar.....	23
3 OBJETIVOS.....	24
3.1 Objetivo geral.....	24
3.2 Objetivos específicos.....	24
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	24
Artigo: Recria e engorda de rã-touro (<i>Lithobates catesbeianus</i>) em sistema de produção semi-inundado e inundado: Desempenho produtivo e respostas de bem-estar.....	28
Resumo.....	29
Abstract.....	30
1 Introdução.....	30
2 Material e métodos.....	32
2.1 Declaração de ética.....	32
2.2 Local e delineamento experimental.....	32
2.3 Instalações e condições experimentais.....	32
2.4 Experimento I: fase de recria dos imagos.....	33
2.5 Experimento II: Fase de engorda das rãs.....	34
2.6 Manejo alimentar dos imagos e rãs.....	34
2.7 Desempenho produtivo.....	35
2.8 Coleta de sangue e análises sanguíneas.....	36
2.9 Índices de rendimento.....	37
2.10 Análise estatística.....	38

3 Resultados.....	38
3.1 Experimento I.....	38
3.1.1 Desempenho produtivo dos imagos de rã-touro.....	38
3.2. Experimento II.....	39
3.2.1. Desempenho produtivo das rãs-touro.....	39
3.2.2. Índices de Rendimento.....	40
3.2.3. Bioquímica plasmática.....	43
3.2.4. Eritrograma.....	44
5.2.5. Leucograma e trombograma.....	44
4. Discussão.....	44
5. Conclusões.....	48
Agradecimentos.....	48
Referências.....	48

1 INTRODUÇÃO

O primeiro ranário brasileiro, o “Ranário Aurora”, foi instalado na Baixada Fluminense em 1935, após Tom Cyrill Harrison ter importado os primeiros casais de rã-touro (*Lithobates catesbeianus*) dos Estados Unidos (Ferreira et al., 2002). Os primeiros empreendimentos eram rudimentares e apresentavam estrutura física que ofereciam apenas proteções contra fugas e predação (de Oliveira, 2015). Ainda, de acordo com De Oliveira (2015), a partir da década de 70, houve o desenvolvimento dos primeiros modelos de ranários.

O Brasil foi pioneiro no desenvolvimento de sistemas de produção na ranicultura, e detém crédito sobre algumas das mais populares instalações para a produção de rãs. Entretanto, ainda hoje, dentre os diversos modelos de produção existentes, não há uma padronização das instalações, o que dificulta o desenvolvimento do setor (Pahor-Filho et al., 2019).

É possível classificar os sistemas de produção em semi-inundado e inundado, de acordo com a caracterização das baias em relação a área seca ou alagada. Além destas duas categorias existem os sistemas híbridos, que recebem este nome por não possuírem padronização e apresentar características de dois ou mais modelos. Os sistemas híbridos podem ser semi-inundados, inundados ou ainda apresentar estrutura adaptável para ambos.

Dentre os sistemas semi-inundados mais utilizados por grandes raniculturas, podemos citar o anfigranja e confinamento, desenvolvidos pela Universidade Federal de Viçosa (UFV) e Universidade Federal de Uberlândia (UFU), respectivamente. Outro sistema de produção muito utilizado nas raniculturas brasileiras é o inundado, desenvolvido na Ásia, introduzido no Brasil na década de 1990 e que se popularizou na década de 2000 pela praticidade do manejo e baixo custo de implantação (de Souza et al., 2017).

Todos estes modelos possuem características e conceitos muito diferentes entre si, desde o ambiente em que os animais permanecem ao longo da criação, até o manejo alimentar e de limpeza adotados. Portanto, devido às estas particularidades, é fundamental saber como estes modelos podem influenciar no desempenho e bem-estar dos animais.

Segundo Pahor-Filho et al. (2019), o Brasil apresenta grande potencial para expandir a produção e consumo de carne de rã. Porém, o setor carece de informações e atualizações em várias áreas de conhecimento técnico e científico, sendo o volume de pesquisas na produção de rãs ainda insuficiente para preencher todas as lacunas da cadeia produtiva.

Por isso, pesquisas sobre o manejo e instalações, e sua influência sobre o desempenho e bem-estar dos animais, podem contribuir positivamente para a padronização e desenvolvimento do setor.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Rã-touro

Anteriormente, a rã-touro (*Lithobates catesbeianus*, Shaw 1802), era classificada dentro do gênero *Rana*. Após estudo de Frost et al. (2006), o gênero foi substituído por *Lithobates*, passando a ter a seguinte classificação taxonômica:

Reino Animália;

Filo Chordata;

Classe Amphibia;

Subclasse Lisamphibia;

Ordem Anura;

Superfamília Ranoidea;

Família Ranidae;

Gênero *Lithobates*;

Espécie *Lithobates catesbeianus*.

Originária do leste da América do Norte, a rã-touro, assim como a maioria dos anfíbios, possui uma parte do ciclo de vida aquático e outro semiaquático. A sua reprodução e todo o desenvolvimento embrionário e larval acontece na água. No ambiente natural os casais procuram pequenas poças e lagos, onde ocorre a cópula e é liberada a desova (Seixas-Filho et al., 2016).

No setor produtivo, na baía de acasalamento natural ou coletiva, a reprodução acontece em pequenos tanques, popularmente conhecidos como “tanques motéis”. A desova é recolhida e transferida para o setor de girinos, para o desenvolvimento embrionário, onde permanecem até a eclosão e desenvolvimento das larvas. Em seguida, os girinos são transferidos para os tanques de crescimento inicial e de metamorfose, respectivamente. Durante toda esta fase, o animal sofre mudanças fisiológicas e morfológicas contínuas chamadas de metamorfose, transformando este organismo inicialmente aquático em um animal adaptado também a vida terrestre, a rã (Altig, 2007), dependendo sempre do ambiente aquático para sua sobrevivência.

Após passar pela metamorfose, ou seja, quando os animais desenvolvem totalmente os quatro membros e absorvem toda a cauda, estes são transferidos para o setor de recria e permanecem até atingirem aproximadamente 40 g. Posteriormente se inicia a última fase de produção, a engorda ou terminação, onde os animais permanecem confinados até atingir o peso de abate. Este período pode durar em torno de 4 a 5 meses, podendo variar conforme as

condições climáticas. Assim, em meses mais quentes do ano, o tempo para engorda das rãs pode ser menor (Pahor-Filho et al., 2019).

2.2 Sistemas de produção na recria e engorda de rã-touro

Nos primórdios da ranicultura as primeiras instalações desenvolvidas no setor de engorda eram conhecidas como “tanques múltiplos”, que tinham como característica marcante o manejo alimentar realizado a partir de larvas de moscas. Prática que gerou um marketing negativo para o consumo de carne de rã. Carcaças de animais em decomposição eram colocadas nas baías para atrair moscas (dípteras). Nestas carcaças as moscas depositavam seus ovos, gerando as larvas que serviam de alimento para as rãs (Ferreira et al., 2002).

Com a necessidade de oferecer um melhor aspecto sanitário e aprimorar a cadeia produtiva, ao longo dos anos, foram criados vários modelos a partir deste primeiro. Esses modelos atuais foram divididos em três classes de acordo com suas particularidades estruturais: os sistemas semi-inundado (confinamento, tanque ilha, anfiganja, gaiolas e ranabox), inundado ou alagado e os híbridos (de Souza et al., 2017).

2.3 Sistemas Semi-inundados

Os sistemas “semi-inundados” são caracterizados por dispor de uma área seca e uma área alagada ou piscina para que os animais possam escolher o ambiente em que permanecem. O alimento nestes sistemas pode ser oferecido em cochos ou diretamente na baía pelo fornecimento “a lanço” (Cribb et al., 2013).

Como animais cognitivos e carnívoros, as rãs são atraídas pelo movimento do alimento (Oliveira et al., 2009). Assim, a oferta de alimento nestes sistemas sem a utilização de artifícios que movimentem a ração pode ser pouco atrativa, impactando no consumo e conseqüentemente no desenvolvimento dos animais.

Pahor-Filho et al. (2015), em estudo que compararam o desempenho dos animais alimentados com ração ofertada em cocho vibratório, ração em consórcio com larvas de mosca (*Musca domestica*) e apenas ração no cocho, observaram que o uso de cochos vibratórios é uma boa opção para se corrigir o efeito da inércia da ração. O uso deste equipamento proporcionou, melhores resultados de desempenho do que o tratamento com uso da ração em consórcio com larvas de mosca em cocho linear.

2.3.1 Tanque-Ilha

Sucessor aos tanques múltiplos, o sistema tanque-ilha, foi proposto por Dorival Fontanello e colaboradores em 1984 (Ferreira et al., 2002). A estrutura consistia em baias quadradas com uma faixa de área seca em todo o perímetro da baia, uma piscina e uma ilha ao centro da piscina onde era fornecido o alimento. Assim como no sistema de tanques múltiplos, também se utilizava a estratégia alimentar de ofertar alimentos em decomposição para atrair insetos (Cribb et al., 2013).

2.3.2 Anfigranja

Dentre os vários modelos de sistemas semi-inundados desenvolvidos ao longo dos últimos anos, o anfigranja é um dos sistemas de produção mais utilizado pelos ranicultores no Brasil (Pahor-Filho et al., 2019). Caracterizado por possuir grandes baias retangulares (podendo variar de 12 a 40 m²), o sistema foi desenvolvido pela Universidade Federal de Viçosa (UFV) na década de 1980. O modelo mais tradicional conta com abrigos e cochos dispostos linearmente na porção longitudinal da baia, ou seja, de uma extremidade a outra, paralelos a uma piscina ao centro (Zangeronimo et al., 2002).

Os abrigos, anteriormente apresentados como uma inovação, que facilitariam o manejo de limpeza das baias, não eram removidos com frequência de seus lugares. Desta forma, animais doentes acabavam se escondendo e vindo a óbito, além de predadores e roedores que também se escondiam frequentemente no interior destas estruturas. Portanto, com o tempo, devido à falta de funcionalidade, este elemento entrou em desuso nos ranários que trabalhavam com este tipo de sistema (Cribb et al., 2013).

Outra característica observada nos modelos deste sistema é a divisão da recria e engorda. Na recria os imagos são transferidos logo após a metamorfose e permanecem em uma densidade de 100 animais por m², até atingirem aproximadamente 40 g, quando são transferidos para segunda fase, a engorda. Nesta fase, as rãs permanecem até atingirem o peso de abate, entre 250 a 350 g, em uma densidade de 50 animais por m² (Lima e Agostinho, 1992 citado por Pahor-Filho., 2019).

2.3.3 Confinamento

Outro modelo semi-inundado popular em grandes ranários brasileiros, utilizado principalmente na fase de engorda, é o “confinamento” proposto por Alves de Oliveira da Universidade Federal de Uberlândia (UFU-MG) em 1984 (Cribb et al., 2013).

Ainda de acordo com estes autores, o modelo mais tradicional do confinamento é caracterizado por baias retangulares que pode variar de 4 a 12 m² (Lima., 1995), com

aproximadamente 40% de área alagada, e o restante de área seca onde é realizada a alimentação. Com a introdução do sistema inundado no Brasil, o modelo original sofreu adaptações na proporção de área alagada, ocupando hoje cerca de 70% da área total da baía, outra adaptação realizada por alguns ranicultores é a utilização de cochos para o fornecimento de ração, que antes era feito diretamente no piso.

Assim como a maioria dos sistemas semi-inundados, uma das principais desvantagens neste modelo é o manejo alimentar pouco atrativo. No entanto, Cribb et al. (2013) descreve que após a realização da alimentação, mesmo com a inércia da ração, uma vez que os animais iniciam a alimentação, a movimentação sobre os peletes faz com que o alimento se torne mais atrativo.

Dentre as vantagens, podemos destacar a estrutura mais simples de alvenaria, que dispensa a utilização de abrigos e cochos, oferecendo mais facilidade aos manejos de rotina. Outro ponto positivo seria a disposição de piscinas para que os animais possam exercer suas necessidades fisiológicas como animais semiaquáticos, optando pela permanência entre os ambientes, o que promete oferecer um melhor bem-estar.

A estrutura mais simples do modelo de confinamento, comparado a outros modelos de sistemas semi-inundados, facilita a sua reprodução em baias menores, sendo uma boa opção para o desenvolvimento de pesquisas em laboratório.

Embora muito utilizado, o sistema carece de pesquisas e informações quanto ao desenvolvimento do modelo estrutural ao longo dos anos, adaptações e modernização dos manejos adotados, bem como o desempenho zootécnico dos animais criados. Portanto, preencher essa lacuna de conhecimento é fundamental para a evolução do sistema de produção, bem como aprimoramento da cadeia produtiva.

2.3.4 Gaiolas e Ranabox

O sistema de criação de rãs em gaiolas foi proposto por Dorival Fontanello e colaboradores em 1988, com o propósito de criar os animais em modelos menores e verticais, possibilitando assim uma maior produção por área. O sistema era indicado na experimentação pela facilidade de manejo e maior precisão de coletas de dados, e não foi adaptado para a produção comercial (Cribb et al., 2013). Os estudos com este sistema foram encerrados a medida em que um modelo semelhante foi desenvolvido e adaptado para produção comercial, o Ranabox (Ferreira et al., 2002).

Proposto por Haroldo Aguiar, da empresa Ranamig (Betim – MG), em 1990, o Ranabox é caracterizado por baias de PVC e poliestireno de alto impacto, dispostas verticalmente em

“prédios”. Os primeiros modelos possuíam baias com características estruturais do sistema anfigranja, que após anos de adaptações passou a ser utilizado como sistemas inundados (Cribb et al., 2013).

2.4 Sistema Inundado

Na década de 90, foi desenvolvido em Taiwan e em outros países da Ásia o sistema inundado (FAO, 2005). O sistema asiático, diferente dos sistemas brasileiros, não dispõe de nenhuma plataforma ou área seca para os animais, mantendo assim as rãs o tempo todo na água, em estado de estação, ou seja, com a cabeça fora da água e patas apoiadas no fundo da baia (de Oliveira, 2015).

O ciclo de produção no sistema inundado, assim como no sistema semi-inundado, varia de acordo com as condições ambientais, durando em média 5 meses (Pahor-Filho et al., 2019). Segundo os mesmos autores, na fase de recria o nível da água e a densidade de animais são ajustados conforme o desenvolvimento dos imagos.

Ainda de acordo com Pahor-Filho et al. (2019), inicialmente são utilizadas altas densidades de estocagem para este sistema, a recria se inicia com aproximadamente 400 imagos por m² e o ajuste é feito periodicamente de acordo com o tamanho dos animais, a fim de manter a uniformidade e evitar o canibalismo. Já na engorda a densidade adotada utilizada é de 80 a 100 animais por m².

Dentre as desvantagens do sistema inundado destaca-se a falta de possibilidade de escolha do animal em permanecer em um ambiente seco ou com água, o que pode comprometer o bem-estar do animal. Neste contexto, baias inundadas podem comprometer funções primordiais para as rãs, como a realização da termorregulação, que é feita nestes animais pela seleção ambiente de acordo com o horário do dia. Além disso, dependendo do manejo realizado nestas baias, as rãs podem permanecer em constante contato com produtos de sua excreção, o que pode comprometer a sanidade dos animais caso não ocorra um controle adequado da qualidade da água.

Desta forma, algumas medidas de adaptação vêm sendo tomadas para evitar estes tipos de problemas. Uma destas medidas é opção que alguns produtores vêm adotando em construir uma pequena área de escape, de aproximadamente 20 cm, em todo o perímetro da baia. Apesar de ausência de estudos, esta pequena adaptação aparentemente proporciona melhor bem-estar para o animal, ao permitir que o rã faça a melhor escolha do ambiente para a realização da termorregulação. Outra medida de manejo importante nas baias inundadas é com relação a frequência de troca de água. Até o momento, apenas um trabalho na fase de imagos foi realizado

neste sentido. Segundo Alves et al. (2020), o fluxo contínuo de água na baía, na vazão de 50% do volume da baía por hora, proporciona maior porcentual de imagos acima de 30 g.

Dentre as principais vantagens deste sistema, podemos destacar o simplificado manejo alimentar, que consiste na oferta da ração diretamente na lâmina d'água. A flutuação dos pellets faz com que eles se movimentem na coluna d'água quando os animais se movem, o que torna o alimento mais atrativo (Zangeronimo et al., 2002). Além disso, a limpeza diária das baias é muito mais simplificada, sendo realizada pela drenagem da água na parte da manhã, antes da primeira alimentação. No manejo de limpeza das baias inundadas também é dispensando a entrada frequente do tratador dentro das baias. Portanto, baias inundadas apresentam uma estrutura relativamente mais simples, dispensando o uso de comedouros, estruturas de abrigos, o que acarreta em menor custo de implantação que os demais sistemas.

Portanto, apesar de estar no Brasil desde a década de 1990, há muito o que se pesquisar sobre a instalação e o manejo do sistema inundado. Questões como desempenho e qualidade da água, associadas ao bem-estar do animal devem ser prioridades nos estudos deste sistema de produção.

2.4.1 Tanque-rede

Surgiu na última década como alternativa de policultivo a criação de rãs em tanques-rede alojados a viveiros de pisciculturas (Hayashi et al, 2004; Sousa et al, 2010). A proposta inovadora tem como principais vantagens a menor oscilação térmica, baixa probabilidade de infecções e doenças devido à alta renovação d'água, facilidade de manejo e a possibilidade de ser utilizado durante todas as fases de criação (Pahor-Filho et al., 2019).

A estrutura deste sistema consiste em gaiolas de tela metálica, semelhante as utilizadas na produção de peixes em tanque-rede. E a dimensão, malha e altura do fundo da gaiola é adaptada conforme a fase de criação. A alimentação pode ser feita com a utilização de dispersadores automáticos, que promovem uma melhor distribuição e frequência alimentar (Castro et al., 2012; Castro et al., 2014a; Castro et al., 2014b).

Os principais fatores que afetam a criação neste sistema são a temperatura, frequência alimentar, qualidade do alimento e densidade de estocagem (Pahor-Filho et al., 2019). A criação de rãs em tanque-rede é um modelo promissor de sistema inundado, mas apesar de já contar com pesquisas que evidenciam a boa performance dos animais neste sistema, ainda há muito o que se estudar para que se popularize (Pahor-Filho et al., 2019).

2.5 Sistemas Híbridos

Com o desenvolvimento da ranicultura, e o acesso dos produtores a novas tecnologias, os sistemas já padronizados evoluíram e sofreram diversas adaptações, e a partir de uma mescla de características dos modelos já padronizados, surgiram os denominados “sistemas híbridos” (Cribb et al., 2013).

O sistema de criação de rãs em piscinas plásticas, ou sistema “Rana Piscina”, foi apresentado em 2002 por Luiz Carlos Dias Faria (São José dos Campos, SP) e surgiu como uma adaptação do sistema inundado, após o criador ter dificuldades em implantar um ranário nos modelos tradicionais. Caracterizado pela utilização de piscinas plásticas como baias, o sistema é sem dúvida o modelo com menor custo de implantação (Cribb et al., 2013) uma vez que é menor o custo com materiais utilizados na construção civil e mão de obra.

Embora tenha se originado como um modelo inundado, o sistema de criação de rãs em piscinas plásticas se destaca por ser um sistema facilmente adaptável, se tornando assim um sistema “híbrido”, uma vez que é possível reproduzir uma baia com os conceitos de um modelo semi-inundado (Afonso, 2017), elevando-se uma de suas extremidades. Além disso, as piscinas podem ser utilizadas para outras fases da criação, como a reprodução, desenvolvimento embrionário e criação de girinos.

Além do baixo custo de implantação, comparado aos outros sistemas, o sistema rana piscina possui como vantagem a sua praticidade no manejo. Por se tratar de baias menores, os manejos diários são mais simples e de fácil execução. Além disso, pelo fato dos pisos e paredes serem de plásticos, há menor número de lesões de animais neste sistema quando comparado como baias de alvenaria sem revestimento.

No entanto, embora possua baixo custo de implantação, apresenta um elevado custo com depreciação devido ao curto prazo de sua vida útil, geralmente de 3 a 5 anos. A estrutura metálica da piscina em contato constante com a água e as rotinas de manejo de limpeza das lonas, reduzem a vida útil do material, necessitando de maior frequência de manutenção e trocas. Além disso, o material das piscinas possui uma restrição quanto aos manejos e produtos utilizados para desinfecção das baias, sendo impossível a utilização de vassouras de fogo ou produtos cáusticos, nestes casos é recomendado a utilização do iodo e produtos derivados (Afonso, 2017).

2.6 Desempenho e bem-estar animal

Manejo e instalações inadequados são alguns dos fatores que podem acarretar falhas na criação (Ferreira et al., 2002). Essas falhas aumentam o estresse dos animais que resultam em

problemas de crescimento, reprodutivos, baixa imunidade e aumento da mortalidade (Broom e Molento, 2004).

A avaliação e compreensão do bem-estar animal pode ser feita através do acompanhamento do desempenho produtivo e seus índices como ganho de peso, ganho de comprimento, consumo de ração, conversão alimentar, entre outros. Assim como a hematologia, bioquímica plasmática e sérica que vêm fornecendo informações importantes sobre a situação e desenvolvimento geral do animal

2.7 Hematologia como ferramenta para avaliar o bem-estar

Os parâmetros hematológicos e bioquímicos do sangue indicam o estado de saúde e nutricional de humanos e animais, possibilitando a identificação de doenças, parasitemias, distúrbios fisiológicos e hematopoiéticos, além de outras alterações homeostáticas (Allender e Fry, 2008).

Por ser muito sensível às mudanças ambientais, o tecido hematopoiético é um excelente indicador do estresse, produzindo diversas respostas fisiológicas com rápidas alterações nos parâmetros hematológicos (Silva et al., 2017).

A bioquímica sérica fornece informações a respeito dos órgãos internos, proteínas, eletrólitos e parâmetros nutricionais e metabólicos (Peng et al., 2016).

A glicose sérica é um importante parâmetro indicador de estresse (Herman, 1977; Broughton e de Ross, 1984; Rosenthal e de Roos, 1985). Em anfíbios, a glicose atua principalmente na regulação do balanço de energia, e aumenta após os animais serem submetidos a situação de estresse para suprir a ação de fuga ou enfrentamento (Santos et al., 2020).

Os leucócitos participam dos processos de defesa do organismo, assim fornecem informações a respeito da qualidade do ambiente, estado nutricional, presença de agente infecciosos e parasitas (Peng et al., 2016). A avaliação do leucograma como meio de mensurar o estresse em anfíbios é bastante utilizado (Romanova & Romanova 2003, Davis et al. 2008, Shutler et al. 2011, Davis et al. 2011, Teixeira et al. 2012, Burraco et al. 2016, Robinson et al. 2021). O organismo direciona recursos para atividades de sobrevivência em situações de forte estresse, em favorecimento a manutenção do número de leucócitos, com leucopenia como resposta (Sapolsky et al. 2000).

Assim alterações nos parâmetros hematológicos e bioquímicos do sangue, podem estar relacionados a problemas fisiológicos e metabólicos, podendo ainda ser um bom indicador de bem-estar animal.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Avaliar a influência do tipo de baía, inundada e semi-inundada, sobre o desempenho produtivo e parâmetros hematológicos e da bioquímica plasmática de rã-touro (*Lithobates catesbeianus*).

3.2 Objetivos específicos

Avaliar a influência do tipo de sistema de criação de rã-touro, inundado e semi-inundado, sobre:

- Sobrevivência, desempenho e índices de rendimento;
- Eritrograma e leucograma;
- Variáveis da bioquímica plasmática.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Afonso, A. M. Piso das baias de engorda – vantagens e desvantagens. 2017. Disponível em: <<https://www.aquaculturebrasil.com/coluna/64/piso-das-baias-de-engorda-%E2%80%9393-vantagens-e-desvantagens/>> Acesso em: 10 mar. 2021.
- Allender, M. C., Fry, M. M. 2008. Amphibian hematology. Vet. Clin. Exot. Anim. 11, 463–480. <https://doi.org/10.1016/j.cvex.2008.03.006>.
- Altig, R., 2007. A primer for the morphology of anuran tadpoles. Herpetol. Conserv. Biol. 2(1), 71-74.
- Alves, A. X., Lana, M., Matos, H. C., Pawlowski, V. R., Azevedo, R. O., Brabo, M. F., Capelo, D. A. V., Veras, G. C., 2020. Daily frequency of water changes in flooded pens during initial bullfrog rearing. Aquaculture. p. 735555. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.735555>.
- Broom, D. M.; Molento, C. F. M., 2004. Bem-estar animal: conceito e questões relacionadas – revisão. Arch. Vet. Sci. v. 9, n. 2, p. 1-11.
- Broughton, R.E., de Ross, R., 1984. Temporal effects of infused corticosterone and aldosterone on plasma glucose levels in the American bullfrog (*Rana catesbeiana*). Gen. Comp. Endocrinol. 53, 325–330. [https://doi.org/10.1016/0016-6480\(84\)90259-4](https://doi.org/10.1016/0016-6480(84)90259-4).
- Burraco, P., & Gomez-Mestre, I., 2016. Physiological stress responses in amphibian larvae to multiple stressors reveal marked anthropogenic effects even below lethal levels. Physiol. Biochem. Zool. 89(6), 462–472. <https://doi.org/10.1086/688737>.

- Castro, C. S., Agostinho, C. A., Argentim, D., Alexandre, J. S., Oliveira, L. C., Souza, R. M. R., Padilha, P. M., 2012. Feed digestibility and productive performance of bullfrogs fed in high and low frequency. *Aquaculture*, 326–329, 123–128. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2011.11.010>.
- Castro, C. S., Argentim, D., Novelli, D. P., Costa, J. M., Menezes, C. S. M., Neto, A. C., Vieira, J. C. S., Padilha, P. M., Agostinho, C. A., 2014a. Feed digestibility and productive performance of bullfrogs raised in cages and fed in different periods and high frequency. *Aquaculture*, 433, 1– 5. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2014.05.044>.
- Castro, C. S., Ribeiro, R. R., Agostinho, L. M., Santos, A. A. D., Carmelin, C. A., Chan, R. V., Neto, J. F., Agostinho, C. A., 2014b. Polyculture of frogs and tilapia in cages with high feeding frequency. *Aquac. Eng.*, 61, 43– 48. <https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2014.06.001>.
- Cribb, A. Y., Afonso, A. M., Mostério, C. M. F., 2013. Manual técnico de ranicultura, first ed. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa, Brasília.
- Davis A. K., Maney D. L. & Maerz J. C., 2008. The use of leukocyte profiles to measure stress in vertebrates: a review for ecologists. *Functional Ecology* 22:760-772. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2435.2008.01467.x>.
- Davis, A. K., & Maerz, J. C., 2011. Assessing stress levels of captive-reared amphibians with hematological data: implications for conservation initiatives. *J. Herpetol*, 45(1), 40–44. <https://doi.org/10.1670/10-180.1>.
- FAO. Cultured aquatic species information programme. *Rana catesbeiana*. Text by Flores Nava, A., in: FAO Fisheries and Aquaculture Department [online]. Rome. Updated February 9, 2005. Disponível em: <http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Rana_catesbeiana/en>. Acessado em: 20 Dez. 2020.
- Ferreira, C. M., Pimenta, A.G.C. & Paiva Neto, J. S., 2002. Introdução à ranicultura. *Bol. Inst. Pesca*. 3, 41– 48. São Paulo.
- Fontanello, D., Wirz, R. R., Soares, H. A., De Freitas, E. A. N., De Campos, B. E., & Ferreira, C. M., 1993. Comparação de quatro sistemas de engorda de Rãs-Touro (*Rana catesbeiana* Shaw, 1802): Tanque-Ilha, Confinamento, Anfigranja e Gaiolas. 1 - Desenvolvimento ponderal; 2 - Custo operacional. *Bol. Inst. Pesca*. v. 20, n. único, p. 43-58.
- Frost, D. R., Grant T., Faivovich J., Bain R., Haas A., Haddad C. F. B., De Sá R., Channing A., Wilkinson M., Donnellan S. C., Raxworthy C., Campbell J. A., Blotto B. L., Moler P., Drewes R. C., Nussbaum R. A., Lynch J. D., Green D. M., Wheeler W., 2006. The amphibian tree of life. *Bulletin of the American Museum of natural History*, (297), 1-291.
- Hayashi, C., Soares, C. M., Galdioli, E. A., Furuya, V. R. B., Boscolo, W. R., 2004. Desenvolvimento de girinos de rã-touro (*Rana catesbeiana* Shaw, 1802) cultivados em diferentes densidades de estocagem em tanque-rede. *R. Bras. Zootec.* Viçosa, v.33, n.1, p.14-20. ISSN : 1516-3598
- Herman, C.A., 1977. Comparative effects of epinephrine and norepinephrine on plasma glucose and hematocrit levels in the American bullfrog (*Rana catesbeiana*). *Gen. Comp. Endocrinol.* 32, 321–329. [https://doi.org/10.1016/0016-6480\(77\)90211-8](https://doi.org/10.1016/0016-6480(77)90211-8).
- Lima, S. L. A Rãnicultura. 1995. Disponível em: <<https://panoramadaaquicultura.com.br/a-ranicultura/>> Acesso em: 15 abril. 2021.
- de Oliveira, E. G., 2015. Ranicultura: novos desafios e perspectivas do mercado. *Ciência Animal*, 25(1), 173-186. Fortaleza, CE.

- Oliveira, F. A., Agostinho, C. A., Sousa, R. M. R., Lima, S. L., Gonçalves, H. C., Argentim, D., & Castro, C. S., 2009. Manejo alimentar com dispensador automático na recria de rã-touro. Arch. Zootecn. 58. 589-592.
- Pahor-Filho, E., Mansano, C. F. M., Pereira, M. M., E De Stéfani, M. V., 2019. The most frequently bullfrog productive systems used in Brazilian aquaculture: A review. Aquac. Eng. 87, 102023. <https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2019.102023>.
- Pahor-Filho, E., Pereira, M. M., E De Stéfani, M. V., 2015. A vibrating feeder tray improves bullfrog production. Aquac. Eng. 68, 6-9. <http://dx.doi.org/10.1016/j.aquaeng.2015.07.001>.
- Peng, F., Zhang, R., Zhu, X., Wang, H., Zhang, S., 2016. Hematology and serum biochemistry of farmed bullfrog, *Lithobates catesbeianus* during the active and hibernating periods. J. Vet. Med. Anim. Health 8, 176–182. <https://doi.org/10.5897/JVMAH2016.0517>.
- Robinson, S. A., Chlebak, R. J., Young, S. D., Dalton, R. L., Gavel, M. J., Prosser, R. S., Bartlett, A. J. & de Solla, S. R., 2021. Clothianidin alters leukocyte profiles and elevates measures of oxidative stress in tadpoles of the amphibian, *Rana pipiens*. Environmental Pollution, p. 117149, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2021.117149>
- Romanova E.B. & Romanova O.Y., 2003. Peculiarities of leukocytic formula of peripheral blood of green frogs under conditions of anthropogenic load. J. Evolutionary Biochem. Physiol. 39:480-484. <https://doi.org/10.1023/B:JOEY.0000010246.27310.85>.
- Rosenthal, E.J., de Roos, R., 1985. Elevation of plasma glucose, alanine and urea levels by mammalian ACTH in the American bullfrog (*Rana catesbeiana*). Gen. Comp. Endocrinol. 59, 199–209. [https://doi.org/10.1016/0016-6480\(85\)90370-3](https://doi.org/10.1016/0016-6480(85)90370-3).
- Sapolsky R. M., Romero L. M. & Munck A. U., 2000. How do glucocorticoids influence stress responses? Integrating permissive, suppressive, stimulatory, and preparative actions. Endocrine Reviews 21: 55-89. <https://doi.org/10.1210/edrv.21.1.0389>
- Seixas Filho, J. T. D., Mello, S. C. R. P., Cardoso, F. T., & Souza, R. O. L. D., 2016. Functional anatomy and intestinal morphometry of bullfrog tadpoles subjected to a dietary regime with commercial feeds. Ciênc. agrotec. 40(4), 464-474. <http://dx.doi.org/10.1590/1413-70542016404001116>.
- Shutler D. and Marcogliese, D. J., 2011. Leukocyte profiles of northern leopard frogs, *Lithobates pipiens*, exposed to pesticides and hematozoa in agricultural wetlands. Copeia 2:301– 307. <https://doi.org/10.1643/CP-10-065>.
- Silva, S. M. R., Ewbank, A. C., Strefezzi, R. D. F., Alvarado, G., Sacristan, C., Paula, C. D., & Catão-Dias, J. L. 2017. Comparative leukocyte morphometric analysis between endemic Anurans from Brazil and the invasive species *Lithobates catesbeianus*. Braz J Vet Res Anim Sci (Online), 54(2), 159– 167. <https://doi.org/10.11606/issn.1678-4456.bjvras.2017.121887>.
- Sousa, R. M. R., Agostinho, C. A., Oliveira, F. A., Argentim, D., Oliveira, L. C., Wechsler, F. S., Agostinho, S. M. M., 2010. Recria de rã-touro (*Rana catesbeiana*) em tanques-rede alojados em viveiros de tilápia. Arch. Zootec. 59, 31–38. ISSN: 0004-0592.
- de Souza, A. L. M., Ribeiro, C. C. D. U., De Sá Freire, L., & Mello, S. C. R. P. CAPÍTULO 3- SISTEMAS DE CRIAÇÃO., 2017. Manual de Ranicultura Para o Produtor, first ed. p 39. HP Comunicação Editora, Fundação Instituto de Pesca do Estado do Rio de Janeiro. FIPERJ, Rio de Janeiro.
- Teixeira, P. C., Dias, D. C., Rocha, G. C., Antonucci, A. M., França, F. M., Marcantonio, A. S., Ranzani-Paiva, M. J. T., Ferreira, C. M., 2012. Profile of cortisol, glycaemia, and blood parameters of American bullfrog tadpoles *Lithobates catesbeianus* exposed to density and

hypoxia stressors. *Pesqui. Vet. Bras.* 32, 91–98. <https://doi.org/10.1590/S0100-736X2012001300016>.

Zangerônimo, M. G.; Filho, O. P. R.; Murgas, L. D. S., 2002. Manejo no sistema anfigranja de criação intensiva de rãs. UFLA. *Bol. Téc. Lavras, MG*.

Artigo: Recria e engorda de rã-touro (*Lithobates catesbeianus*) em sistema de produção semi-inundado e inundado: Desempenho produtivo e respostas de bem-estar

Artigo publicado na revista Aquaculture

Resumo

Com o presente estudo objetivou-se avaliar o desempenho produtivo e o bem-estar da rã-touro (*Lithobates catesbeianus*) em dois sistemas de produção, baias em sistema semi-inundado e inundado, durante as fases de recria e engorda. O experimento I durou 30 dias e foram utilizados 600 imagos de rã-touro ($5,48 \pm 0,57$ g), distribuídos aleatoriamente em seis baias de 1,22 m², três baias em sistema inundado e três baias em sistema semi-inundado, em uma densidade de estocagem de 100 imagos/ baia. O experimento II durou 120 dias e foram utilizados 204 exemplares de rã-touro ($37,85 \pm 1,55$ g), distribuídos aleatoriamente em seis baias de 1,22 m², três em sistema inundado e três em sistema semi-inundado, em densidade de estocagem de 34 rãs/ baia. No experimento I, tanto o desempenho zootécnico quanto a proporção de animais por faixa de tamanho foram estatisticamente iguais ($p > 0,05$) entre os dois sistemas. No experimento II as rãs criadas em sistema inundado tiveram maior ganho de peso, taxa de crescimento específico, taxa de eficiência proteica e melhor conversão alimentar ($p < 0,05$). Os animais criados em baias inundadas apresentaram maior ($p < 0,05$) porcentagem de animais médios – 150 a 250 g, enquanto o sistema semi-inundado apresentou maior ($p < 0,05$) porcentagem de animais pequenos – < 150 g. Não houve diferença ($p > 0,05$) entre os tipos de baias sobre o percentual de animais grandes – > 250 g. Não houve interação ($p > 0,05$) do tipo de baia e o sexo dos animais sobre nenhuma das variáveis de rendimento avaliadas. Independente do sexo, animais criados em baias inundadas apresentaram maior ($p < 0,05$) índice lipossomático. Por outro lado, apenas as fêmeas criadas em baias inundadas tiveram um índice gonadossomático maior ($p < 0,05$). Independentemente do sistema, as fêmeas apresentaram maior ($p < 0,05$) índice viscerossomático, enquanto os machos apresentaram maior ($p < 0,05$) rendimento de carcaça e pernas. Não houve influência ($p > 0,05$) dos tipos de currais no eritrograma e na contagem de leucócitos das rãs. Rãs criadas em baias inundadas apresentaram níveis mais altos de triglicerídeos e colesterol total ($p < 0,05$). Diferentemente, os tipos de baias não influenciaram ($p > 0,05$) os níveis de glicose, lactato, proteínas plasmáticas, albumina, globulinas e relação albumina/globulinas das rãs-touro. Os tipos de baias não influenciaram o crescimento dos imagos durante a fase de recria. Porém, recomenda-se que as rãs-touro sejam engordadas em baias inundadas, pois os animais criados neste tipo de sistema apresentam melhor desempenho produtivo e não alteram sua homeostase.

Palavras-chave: baia inundada, desempenho zootécnico, hematologia, homeostase, ranicultura, *Rana catesbeiana*

Abstract

The present study aimed to evaluate both the productive performance and the welfare of the bullfrog (*Lithobates catesbeianus*) in two production systems, pens in semi-flooded and flooded systems, during the growing and fattening phases. Experiment I lasted 30 days and 600 bullfrog imagos (5.48 ± 0.57 g) were randomly distributed in six pens of 1.22 m², three pens in a flooded system and three pens in a semi-flooded system, in a stocking density of 100 imagos/bay. Experiment II lasted 120 days and 204 bullfrogs were used (37.85 ± 1.55 g), randomly distributed in six 1.22 m² pens, three in a flooded system and three in a semi-flooded system, in stocking density of 34 frogs/pen. In experiment I, both the zootechnical performance and the proportion of animals per size range were statistically equal ($p > 0.05$) between the two systems. In experiment II, the frogs reared in a flooded system had higher weight gain, specific growth rate, protein efficiency rate and better feed conversion ($p < 0.05$). The animals raised in flooded pens had a higher ($p < 0.05$) percentage of medium animals – 150 to 250 g, while the semi-flooded system had a higher ($p < 0.05$) percentage of small animals – <150 g. There was no difference ($p > 0.05$) between the types of stalls on the percentage of large animals – >250 g. There was no interaction ($p > 0.05$) between the type of stall and the sex of the animals on any of the evaluated yield variables. Regardless of sex, animals raised in flooded stalls had a higher ($p < 0.05$) liposomatic index. On the other hand, only females reared in flooded stalls had higher ($p < 0.05$) gonadosomatic index. Regardless of the system, females had a higher ($p < 0.05$) viscerosomatic index. Males showed higher ($p < 0.05$) carcass and legs yield. There was no influence ($p > 0.05$) of the type of stall on the erythrogram and leukogram of the frogs. Frogs raised in flooded stalls had higher levels of triglycerides and total cholesterol ($p < 0.05$). On the other hand, the type of pen did not influence ($p > 0.05$) the levels of glucose, lactate, total proteins, albumin, globulins and albumin/globulins ratio. Therefore, although the type of pen did not influence the growth of imagos during the rearing phase, it is recommended that bullfrogs be fattened in a flooded pen since the animals raised in this type of system showed better productive performance and did not have their altered homeostasis.

Keywords: flooded pen, hematology, homeostasis, raniculture, *Rana catesbeiana*, zootechnical performance.

1 Introdução

Originária da América do Norte e anteriormente classificada dentro do gênero *Rana* (Frost et al. 2006), a rã-touro (*Lithobates catesbeianus*, Shaw 1802), espécie produzida no Brasil, ganhou destaque graças ao seu desempenho zootécnico, adaptabilidade ao cativeiro e a

qualidade nutricional de sua carne, que apresenta sabor suave, pequenas quantidades de gorduras saturadas (Ide et al., 2017) e balanceamento adequado de aminoácidos (Casali et al., 2005).

Ao longo dos anos as instalações foram sendo modificadas, sendo o Brasil pioneiro e o responsável pelo desenvolvimento de algumas das mais populares instalações para a produção de rãs. Entretanto, ainda hoje, dentre os diversos modelos de produção existentes, não há uma padronização das instalações, o que dificulta o desenvolvimento do setor (Pahor-Filho et al., 2019). Atualmente, é possível classificar as baias do sistema de recria e engorda em semi-inundado e inundado, de acordo com a caracterização das baias em relação a área seca ou alagada.

Dentre os sistemas semi-inundados mais utilizados, o de confinamento, desenvolvido pela Universidade Federal de Uberlândia, em Minas Gerais, Brasil, no início da década de 1980. É um sistema, que apesar de antigo, ainda é amplamente utilizado em importantes ranários no Brasil. O modelo mais tradicional do confinamento é caracterizado por baias retangulares, com aproximadamente 40% de área inundada, ou piscina, e o restante de área seca. A alimentação é normalmente ofertada a lanço, na porção seca da baia (Cribb et al., 2013). Comparado aos outros modelos de sistema semi-inundado o modelo de confinamento possui estrutura mais simples, o que torna fácil a sua reprodução em baias menores.

O sistema inundado também muito utilizado nas raniculturas brasileiras, surgiu na década de 90 em Taiwan (FAO, 2005). Este sistema não dispõe de nenhuma plataforma ou área seca para os animais, mantendo assim as rãs o tempo todo na água em estado de estacção, ou seja, com a cabeça fora da água e patas apoiadas no fundo (de Oliveira, 2015). A proposta do sistema de baia inundada é de apresentar uma estrutura mais simples, na qual o custo de implantação seja menor que os modelos semi-inundados, assim como seu manejo mais simplificado.

As rãs são animais cognitivos e carnívoros, que se atraem pelo movimento de seu alimento (Oliveira et al., 2009). Desta forma, no sistema inundado a oferta de ração na água, assim como a movimentação das rãs durante a captura do alimento, promove maior movimentação da ração, o que estimula o consumo de ração (Alve et al., 2020; Pahor-Filho et al., 2019). No entanto, pelo fato de os animais estarem em contato contínuo com água, é um sistema que exige um grande volume hídrico para manutenção da qualidade da água nas baias. Isto porque a decomposição de alimentos não consumidos, associado com fezes, urina e restos de pele, resultam em altas concentrações de nutrientes que deterioram rapidamente a qualidade da água (Mansano et al., 2018). Neste caso, um adequado dimensionamento no abastecimento

de água nas baias, assim como seu tratamento e reutilização, são medidas importantes para evitar perdas na produção e não impactar o meio ambiente (Alves et al., 2020).

Todos estes modelos possuem características e conceitos muito diferentes entre si, desde o ambiente em que os animais permanecem ao longo da criação, até o manejo alimentar e de limpeza adotados. Portanto, devido às estas particularidades, é fundamental saber como estes modelos podem influenciar no desempenho e bem-estar dos animais. Inadequações no manejo e instalações são alguns dos fatores que podem acarretar falhas na atividade de criação (Ferreira et al., 2002). Essas falhas podem desencadear estresse dos animais, que podem resultar em problemas como diminuição da imunidade, redução de crescimento, baixa imunidade, problemas reprodutivos e aumento da mortalidade (Broom e Molento, 2004). Portanto, a avaliação de parâmetros de desempenho produtivo, além de fornecer informações importantes sobre o desenvolvimento geral do animal, em conjunto com parâmetros hematológicos e da bioquímica plasmática, colaboram para a avaliação e compreensão do bem-estar animal.

Portanto, objetivou-se com este estudo avaliar a influência do tipo de baia, inundada e semi-inundada, sobre o desempenho produtivo, eritrograma, leucograma e bioquímica plasmática de rã-touro (*Lithobates catesbeianus*) nas fases de recria e engorda.

2 Material e métodos

2.1 Declaração de ética

O projeto da presente pesquisa foi submetido e aprovado pela Comissão de Ética e Bem-Estar Animal da Universidade Federal de Minas Gerais (protocolo nº 23/2020).

2.2 Local e delineamento experimental

O experimento foi realizado no Setor de Ranicultura do Laboratório de Aquacultura, localizado na Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil (19° 52' 15.916" S - 43° 58' 13.157" W).

Foram realizados dois experimentos em um delineamento inteiramente casualizado com dois tratamentos. Foram testados dois tipos de baias, sistema inundado e semi-inundado, em duas fases de desenvolvimento, imago e rã.

2.3 Instalações e condições experimentais

Para a realização dos dois experimentos foram utilizadas doze baias de policloreto de vinila (PVC) de 1,22 m² (1,15 x 1,06 m). Seis baias foram montadas em sistema inundado

(Figura 1-A), onde os animais permaneceram constantemente dentro da água, com a cabeça e as narinas emersas. As outras seis baias foram montadas no sistema semi-inundado (Figura 1-B), onde 50% da área foi mantida seca e a outra metade inundada. Todas as baias foram cobertas com telas de nylon presa com liga elástica para evitar a fuga dos animais.

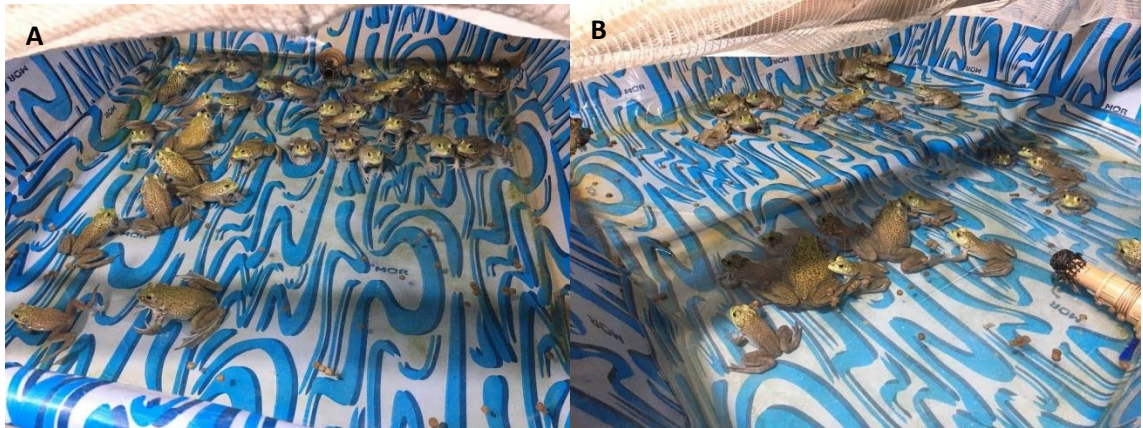


Figura 1: A – Baia em sistema inundado e B- Baia em sistema semi-inundado com elevação de 50% do piso da baia.

Os animais foram submetidos a um fotoperíodo artificial de 14L:10E (L - horas de luz, E - horas de escuro) controlados por temporizadores. A temperatura do ar ($23,85 \pm 2,37 \text{ C}^\circ$) e da água ($23,15 \pm 1,82 \text{ C}^\circ$) foram mensuradas diariamente, três vezes ao dia (8:00, 12:00 e 16:00), com um termômetro digital. A temperatura máxima ($26,72 \pm 1,39 \text{ C}^\circ$) e mínima ($20,81 \pm 1,75 \text{ C}^\circ$) do ar e máxima ($24,31 \pm 1,32 \text{ C}^\circ$) e mínima ($21,93 \pm 1,89 \text{ C}^\circ$) da água também foram mensuradas. O pH ($6,8 \pm 0,1$) e amônia tóxica ($0,019 \pm 0,004 \text{ ppm}$), foram monitorados duas vezes por semana, três vezes ao dia (8:00, 12:00 e 16:00), utilizando testes comerciais específicos (LabCon).

2.4 Experimento I: fase de recria dos imagos

Foram utilizados 600 imagos de rã-touro (*Lithobates catesbeianus*) com peso médio $5,48 \pm 0,57 \text{ g}$ e comprimento médio $3,45 \pm 0,16 \text{ cm}$. Os imagos foram distribuídos aleatoriamente em seis baias, sendo três baias em sistema inundado e três baias em sistema semi-inundado. A densidade de estocagem, em ambos os sistemas, foi de 100 imagos/ baia. Antes do início da fase experimental, os imagos passaram por um período de aclimação de sete dias. O período de experimentação desta fase foi de 30 dias. Na fase de recria foram realizadas três biometrias, uma inicial, a segunda com quinze dias de experimento e uma ao

final do período experimental. O experimento foi realizado no mês de setembro, durante a estação da primavera no hemisfério sul.

2.5 Experimento II: Fase de engorda das rãs

Para o segundo experimento foi utilizado um total de 204 exemplares de rã-touro com peso médio $37,85 \pm 1,55$ g e comprimento médio $7,07 \pm 0,09$ cm. Os animais foram distribuídos aleatoriamente em seis baias, três em sistema inundado e três em sistema semi-inundado, numa densidade de estocagem de 34 imagos/ baia. Antes do início da fase experimental, a qual durou 120 dias, os animais passaram por um período de aclimação de sete dias. As biometrias ocorreram a cada quinze dias e o experimento foi realizado de setembro a janeiro, durante as estações da primavera e verão no hemisfério sul.

2.6 Manejo alimentar dos imagos e rãs

Em ambos os experimentos os animais foram alimentados três vezes ao dia (8:00, 12:00 e 16:00) até a saciedade aparente utilizando uma taxa de alimentação máxima de 5% do peso vivo da baia, a fim de evitar o desperdício de ração ou subalimentação dos animais sem comprometer a padronização. A ração foi ofertada a lanço, sendo disponibilizada diretamente na água nas baias inundadas e tanto na parte seca quanto na parte com água nas baias em sistema semi-inundado. Para controlar o consumo de ração, cada baia dispunha de um balde de ração individual que era pesado e reabastecido igualmente para todas as baias ao fim de cada biometria. Os imagos do primeiro experimento, fase inicial de recria, foram alimentados com ração comercial para peixes carnívoros com 44% de proteína bruta, 8% de extrato etéreo, 4% de fibra bruta, 15% de matéria mineral e tamanho de peletes de 2-4 mm. As rãs, na fase de engorda, foram alimentadas com ração comercial para peixes carnívoros de 6-7 mm, com 42% de proteína bruta, 10% de extrato etéreo, 6% de fibra bruta e 14 % de matéria mineral.

Em ambas as fases a limpeza das baias foi feita duas vezes ao dia, uma hora antes da primeira e da última alimentação, com drenagem total e reposição da água com volume igual ao inicial. Diariamente as sobras de ração foram coletadas manualmente utilizando uma peneira, antes das alimentações de 12:00 e 16:00 e uma hora após a alimentação de 16:00. As sobras eram então armazenadas em sacos plásticos, devidamente identificados, e congeladas em freezer a -20 °C. A cada 15 dias, as sobras de ração coletadas foram descongeladas e levadas para secagem em estufa de circulação forçada a 55 °C até atingirem peso constante. Após serem retiradas da estufa as sobras eram deixadas em repouso por duas horas para adquirir umidade

do ar, em seguida eram pesadas em balança semi analítica e o peso foi utilizado para a determinação do consumo de ração.

2.7 Desempenho produtivo

Ao final dos períodos experimentais os animais de ambas as fases foram submetidos a um jejum de 24 horas. Em seguida estes animais foram contados, pesados e medidos para a obtenção das seguintes variáveis de desempenho produtivo:

Taxa de sobrevivência – TS (%)

$$TS(\%) = \left(\frac{\text{número final de rãs}}{\text{número inicial de rãs}} \right) \times 100$$

Consumo de ração diário – CRD (g dia^{-1})

$$CRD (\text{g dia}^{-1}) = \frac{\text{consumo de ração}}{\text{período experimental}}$$

Ganho de peso – GP (g)

$$GP (\text{g}) = \text{peso final} - \text{peso inicial}$$

Ganho de crescimento – GC (cm)

$$GC(\text{cm}) = \text{comprimento final} - \text{comprimento inicial}$$

Taxa de crescimento específico – TCE ($\% \text{ dia}^{-1}$)

$$TCE(\% \text{ dia}^{-1}) = \left(\frac{\ln \text{peso final} - \ln \text{peso inicial}}{\text{número de dias de experimento}} \right) \times 100$$

Conversão alimentar – CA

$$CA = \frac{\text{consumo de ração}}{\text{ganho de peso}}$$

Taxa de eficiência proteica – TEP

$$TEP = \frac{\text{ganho de peso}}{\text{consumo de proteína}}$$

Taxa de canibalismo – TC (%)

$$TC(\%) = \left(\frac{\text{número de imagos mortos por canibalismo}}{\text{número inicial de imagos}} \right) \times 100$$

Ao fim dos experimentos, foi realizado o cálculo da porcentagem de animais pequenos, médios e grandes. Na fase de recria, os animais foram classificados em pequenos (< 15 g), médios (15 a 25 g) e grandes (> 25 g). Já na engorda as faixas de peso para classificação foram: pequenos (< 150 g), médios (150 a 250 g) e grandes (> 250 g). O cálculo realizado foi:

Porcentagem de animais por peso (%)

$$\text{Animais por faixa de peso (\%)} = \left(\frac{\text{nº de animais dentro da faixa de classificação}}{\text{número total de animais}} \right) \times 100$$

2.8 Coleta de sangue e análises sanguíneas

Ao fim da fase de engorda, 12 rãs de cada tipo de baia (quatro animais por baia) foram aleatoriamente capturadas para coleta das amostras sanguínea. A coleta foi realizada por punção da artéria ciática, utilizando seringas de 3 mL e agulhas de 25 x 7 mm previamente umedecidas em EDTA a 10%. A lidocaína (5%) foi utilizada como anestésico tópico local. Com uma alíquota de 10 µL de sangue foi determinada a glicemia (mg dL⁻¹) por meio do medidor automático (Acon, On-Call® Plus, San Diego, USA). O hematócrito (%) foi determinado pelo método do microhematócrito em centrífuga a 12000 rpm por cinco minutos. A concentração de hemoglobina total (g dL⁻¹) foi determinada pelo método de cianometahemoglobina em espectrofotômetro com leitura em comprimento de onda de 540 nm, utilizando o reagente de Drabkin.

Com auxílio de microscópio de luz, com aumento de 40 X, foi realizada a contagem total de eritrócitos em câmara de Neubauer (número de eritrócitos x 10⁶ µL de sangue⁻¹). Em seguida, com os resultados da hemoglobina (Hb), número total de eritrócitos (Er) e hematócrito (Ht) foram calculados os seguintes índices hematimétricos absolutos:

Volume corpuscular médio – VCM (fL)

$$VCM(fL) = \left(\frac{Ht}{Er} \right) \times 10$$

Hemoglobina corpuscular média – HCM (pg)

$$HCM(pg) = \left(\frac{Hb}{Er} \right) \times 10$$

Concentração de hemoglobina corpuscular média – CHCM ($g\ dL^{-1}$):

$$CHCM(g\ dL^{-1}) = \left(\frac{Hb}{Ht}\right) \times 100$$

Para a realização da contagem total de leucócitos e trombócitos, assim como a diferencial absoluta de leucócitos, extensões sanguíneas foram confeccionadas por esfregaço, secas ao ar, coradas com May-Grünwald-Giemsa-Wright – MGGW e observadas em microscópio de luz em aumento de 1000 X.

O restante do sangue coletado foi centrifugado a 3000 rpm por 15 minutos em centrífuga de microtubos (Biovera® modelo RB1) e, em seguida, o plasma foi coletado e armazenado a – 80 °C. Posteriormente, foram realizadas as análises bioquímicas de lactato, proteínas totais, albumina, triglicerídeos e colesterol por meio de kits comerciais específicos (Bioclin® e Labtest®). A variável globulinas foi determinada pela diferença da proteína total e albumina. Determinou-se ainda a relação albumina/ globulinas (A/ G).

2.9 Índices de rendimento

Após a coleta de sangue, 10 fêmeas e 10 machos de cada tratamento foram previamente pesados, insensibilizados por atordoamento segundo recomendação do Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA, 2018) e eutanasiados através da sangria pelo corte dos vasos da base do coração (Cribb et al., 2013). Em seguida, foram separadas e pesadas a cabeça, patas e pele. Pesou-se também a carcaça inteira e separando a parte posterior e anterior para determinação dos índices de rendimento de carcaça e pernas, utilizando as expressões:

Rendimento de carcaça – RC (%):

$$RC\ (\%) = \left(\frac{\text{peso da carcaça}}{\text{peso vivo}}\right) \times 100$$

Rendimento de pernas – RP (%):

$$RP\ (\%) = \left(\frac{\text{peso das pernas}}{\text{peso da carcaça}}\right) \times 100$$

Das vísceras foram separados e pesados o fígado e o corpo adiposo. Além disso, foram pesadas as gônadas, testículos, ovários e ovidutos. Com os valores de peso corporal foram calculados os índices:

Índice hepatossomático – IHS (%) :

$$IHS(\%) = \left(\frac{\text{peso do fígado}}{\text{peso vivo}} \right) \times 100$$

Índice lipossomático – ILS (%) :

$$ILS(\%) = \left(\frac{\text{peso do corpo adiposo}}{\text{peso vivo}} \right) \times 100$$

Índice gonadossomático – IGS (%) :

$$IGS(\%) = \left(\frac{\text{peso das gônadas}}{\text{peso vivo}} \right) \times 100$$

Índice viscerossomático – IVS (%) :

$$IVS(\%) = \left(\frac{\text{peso das vísceras}}{\text{peso vivo}} \right) \times 100$$

2.10 Análise estatística

Os dados foram analisados no Software R 4.0.3 sendo submetidos aos testes de Shapiro Wilk e Bartlett para avaliar a normalidade e homoscedasticidade das variâncias, respectivamente. Os dados de desempenho e parâmetros hematológicos e bioquímicos, quando normais e homocedásticos foram submetidos a uma ANOVA, e as médias foram comparadas a um nível de 5% de significância. Os Índices de rendimento, quando normais e homocedásticos foram submetidos a uma ANOVA de duas vias, para comparar o efeito dos tratamentos (sistema semi-inundado e inundado), o efeito do sexo (machos e fêmeas) e a interação entre eles. A taxa de canibalismo e sobrevivência de ambas as fases e a contagem total de eosinófilos e trombócitos foram não normais e/ou não homocedásticos, assim foi realizado o teste não paramétrico de Kruskal Wallis para comparação das médias.

3 Resultados

3.1 Experimento I

3.1.1 Desempenho produtivo dos imagos de rã-touro

O tipo de baía não influenciou ($p > 0,05$) a taxa de sobrevivência, taxa de canibalismo, ganho de peso, ganho de comprimento, taxa de crescimento específico, taxa de eficiência

proteica, consumo de ração diário, conversão alimentar (Tabela 1) e porcentagem de animais pequenos (< 15 g), médios (15 a 25 g) ou grandes (> 25 g) (Tabela 2).

Tabela 1. Desempenho produtivo de imagos de rã-touro (*L. catesbeianus*) criados em sistemas semi-inundado e inundado.

	Semi-inundado	Inundado
Taxa de sobrevivência (%)	72,33 ± 4,51 ^a	75,67 ± 6,66 ^a
Taxa de canibalismo (%)	5,00 ± 4,36 ^a	7,00 ± 6,56 ^a
Ganho de peso (g)	11,74 ± 1,40 ^a	14,93 ± 3,73 ^a
Ganho de comprimento (cm)	1,99 ± 0,25 ^a	2,35 ± 0,18 ^a
Taxa de crescimento específico (%)	3,79 ± 0,24 ^a	4,24 ± 0,80 ^a
Taxa de eficiência proteica (%)	2,34 ± 0,25 ^a	2,59 ± 0,75 ^a
Consumo de ração diário (g)	0,41 ± 0,01 ^a	0,46 ± 0,04 ^a
Conversão alimentar	1,05 ± 0,12 ^a	1,00 ± 0,24 ^a

Letras iguais seguidas indicam que não há diferenças significativas ($p > 0,05$) entre os sistemas semi-inundado e inundado. Os valores são expressos como média ± desvio padrão.

3.2. Experimento II

3.2.1. Desempenho produtivo das rãs-touro

Na fase de engorda o tipo de sistema influenciou ($p < 0,05$) o ganho de peso, taxa de crescimento específico e taxa de eficiência proteica (Figura 2). As rãs mantidas em baias inundadas apresentaram maior ganho de peso, taxa de crescimento específico e taxa de eficiência proteica do que as rãs alojadas nas baias em sistema semi-inundado. O tipo de baia influenciou ($p < 0,05$) também a conversão alimentar. As rãs mantidas em baias inundadas apresentaram melhor conversão alimentar em relação aos animais mantidos em sistema semi-inundado (Figura 2). Por outro lado, não houve diferença ($p > 0,05$) entre os tipos de baias sobre a taxa de sobrevivência, taxa de canibalismo, consumo de ração diário, e ganho de comprimento (Figura 2).

Tabela 2. Porcentagem de animais de pequeno, médio e grande porte nas fases de recria e engorda, em sistemas semi-inundado e inundado.

Recria	Tipo de baia	
	Semi-inundado	Inundado
<15 g	43.62 ± 7.31 ^a	32.18 ± 10.89 ^a
15 - 25 g	31.35 ± 4.99 ^a	32.83 ± 10.49 ^a
>25 g	25.03 ± 4.99 ^a	34.99 ± 13.24 ^a
Engorda	Tipo de baia	
	Semi-inundado	Inundado
<150 g	57.51 ± 8.04 ^a	25.92 ± 12.06 ^b
150 - 250 g	25.19 ± 8.30 ^b	50.87 ± 5.09 ^a
>250 g	17.30 ± 1.20 ^a	23.21 ± 8.6 ^a

Letras iguais seguidas indicam que não há diferenças significativas ($p>0,05$) entre os sistemas semi-inundado e inundado. Os valores são expressos como média ± desvio padrão.

O tipo de baia influenciou ($p<0,05$) também a porcentagem de animais pequenos (< 150 g) e médios (150 a 250 g). As rãs criadas em baias inundadas apresentaram maior porcentagem de animais médios enquanto as baias semi-inundado apresentaram maior porcentagem de animais pequenos (Tabela 2). Não houve diferença ($p>0,05$) na porcentagem de animais grandes (> 250 g) entre as baias inundadas e semi-inundadas.

3.2.2. Índices de Rendimento

Não houve interação ($p>0,05$) do tipo de baia utilizado e o sexo dos animais sobre nenhuma variável de rendimento. O tipo de baia influenciou ($p<0,05$) o índice lipossomático e gonadossomático das fêmeas. As rãs criadas em baias inundadas apresentaram maior índice lipossomático e gonadossomático que as fêmeas das baias em sistema semi-inundado. Houve efeito isolado ($p<0,05$) do sexo sobre o rendimento de carcaça, rendimento de pernas e índice viscerossomático. As fêmeas apresentaram maior índice viscerossomático. Os machos apresentaram maior rendimento de carcaça e pernas (Figura 3).

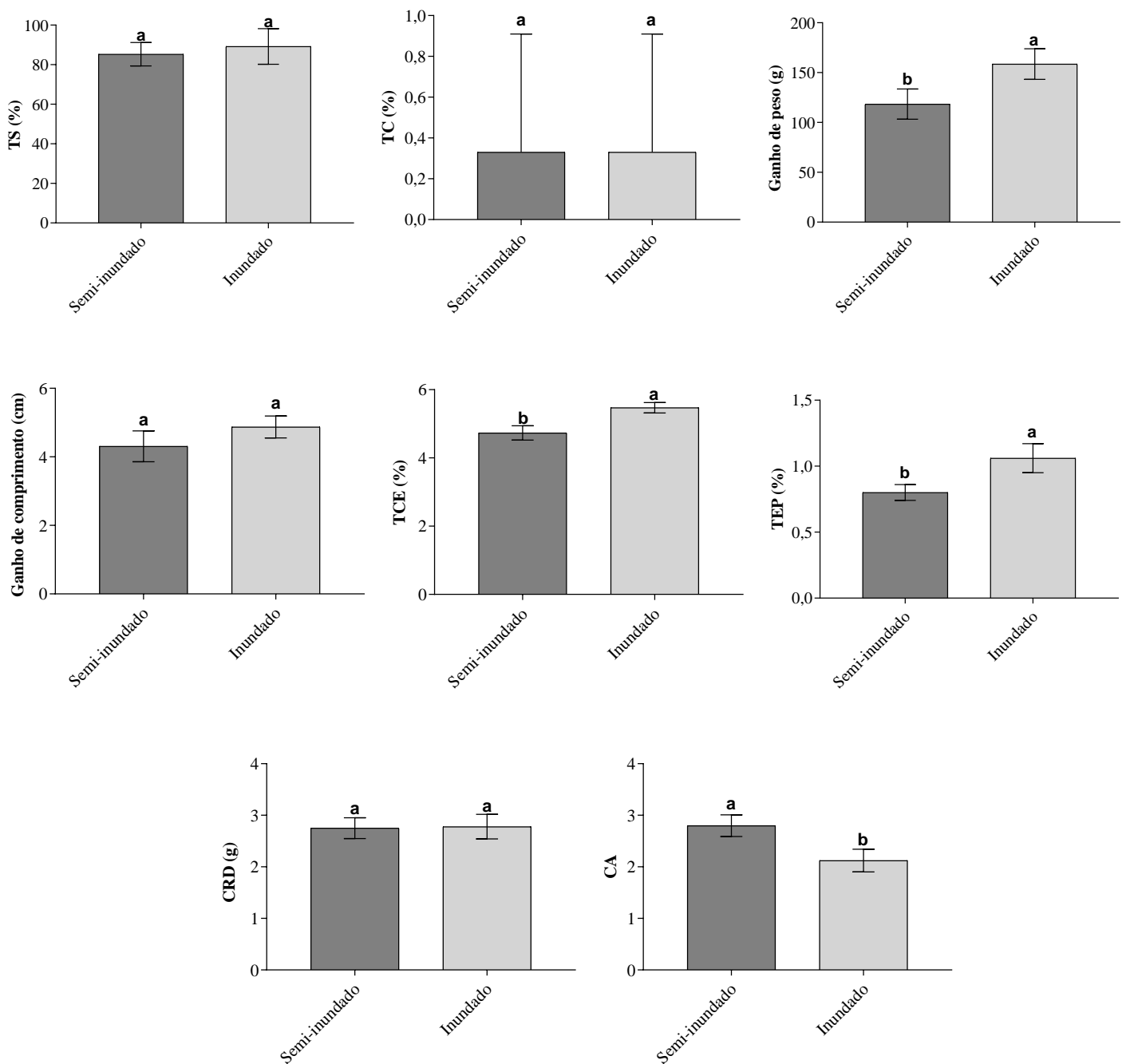


Figura 2. TS (%) - taxa de sobrevivência, TC (%) – taxa de canibalismo, Ganho de peso (g), Ganho de comprimento (cm), TCE (%) – taxa de crescimento específico, TEP (%) – taxa de eficiência proteica, CRD (g) – consumo de ração diário e CA – conversão alimentar de rãs-touro (*L. catesbeianus*) criadas em sistema semi-inundado e inundado. Letras diferentes indicam diferenças ($p < 0,05$) entre os tipos de baía.

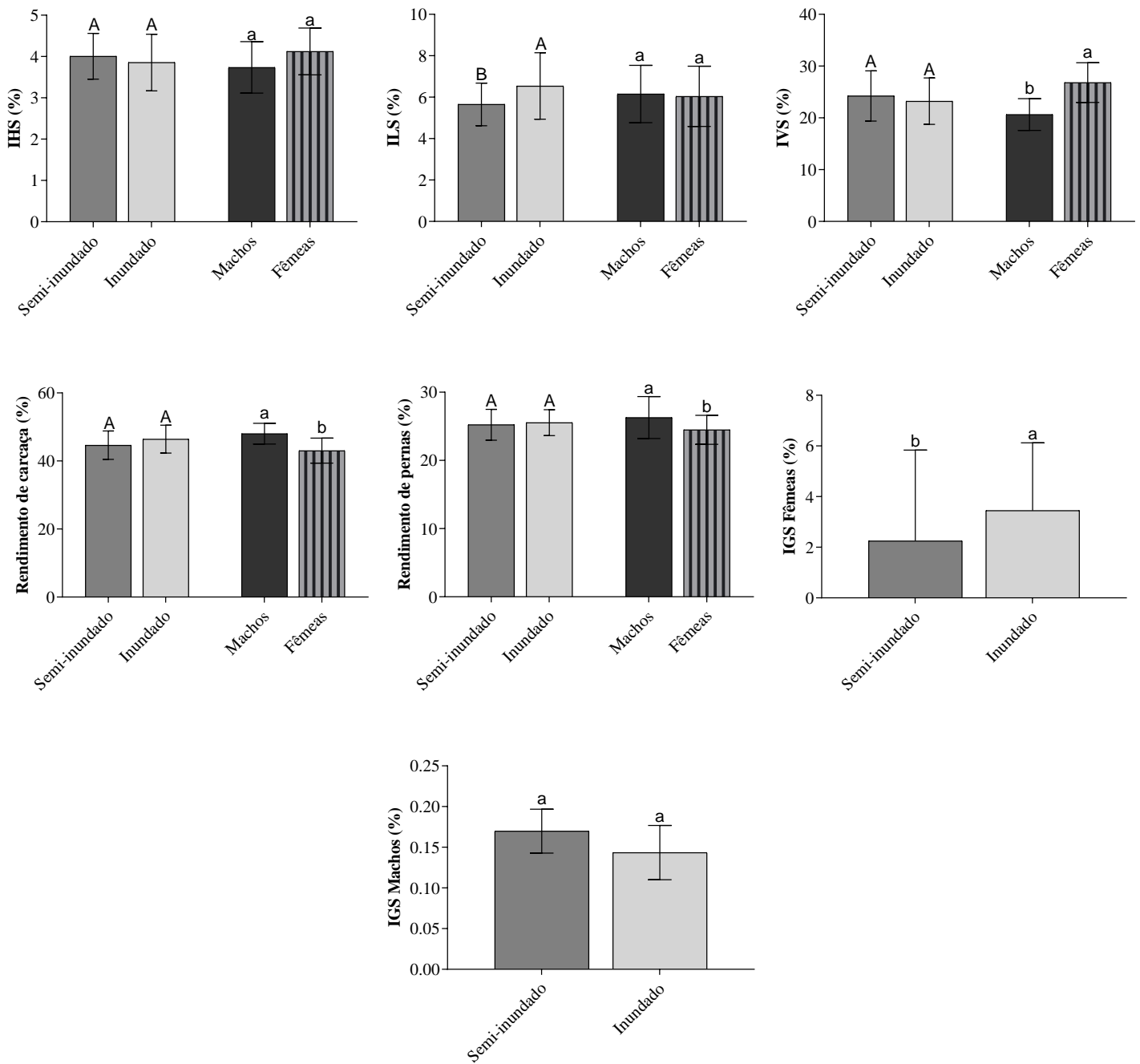


Figura 3. IHS (%) – índice hepatossomático, ILS (%) – índice lipossomático, IVS (%) – índice viscerossomático, Rendimento de carcaça (%), Rendimento de perna (%), IGS Fêmeas (%) – índice gonadosomático das fêmeas e IGS Machos (%) – índice gonadosomático dos machos de rãs-touro (*L. catesbeianus*) criadas em sistema semi-inundado e inundado. Letras maiúsculas diferentes indicam diferenças ($p < 0,05$) entre tipos de baias, letras minúsculas indicam diferenças ($p < 0,05$) entre o sexo.

3.2.3. Bioquímica plasmática

Houve influência ($p < 0,05$) do tipo de baía sobre os níveis de colesterol total e triglicerídeos (Tabela 3). As rãs-touro criadas em sistema inundado apresentaram níveis mais elevados de colesterol total e triglicerídeos em comparação aos animais mantidos em sistema semi-inundado. Já as variáveis glicose, lactato, proteínas totais, albumina, globulinas e relação albumina/ globulinas não diferiram ($p > 0,05$) entre os sistemas de produção testados.

Tabela 3. Bioquímica plasmática e parâmetros hematológicos de rãs-touro (*L. catesbeianus*) criadas em sistemas semi-inundados e inundados.

Bioquímica plasmática	Sistema	
	Semi-inundado	Inundado
Colesterol total (mg dL ⁻¹)	30.73 ± 6.54 ^b	42.39 ± 15.51 ^a
Triglicerídeos (mg dL ⁻¹)	87.30 ± 45.94 ^b	138.61 ± 42.14 ^a
Glicose (mg dL ⁻¹)	46.31 ± 16.92 ^a	56.08 ± 18.50 ^a
Lactato (mg dL ⁻¹)	53.77 ± 18.87 ^a	42.29 ± 9.83 ^a
Proteínas totais (g dL ⁻¹)	6.07 ± 0.72 ^a	6.56 ± 0.85 ^a
Albumina (g dL ⁻¹)	0.69 ± 0.15 ^a	0.68 ± 0.14 ^a
Globulinas (g dL ⁻¹)	5.18 ± 0.46 ^a	5.06 ± 0.31 ^a
Albumina/Globulinas	0.13 ± 0.03 ^a	0.14 ± 0.03 ^a

Eritrograma	Sistema	
	Semi-inundado	Inundado
RBC (10 ⁶ µL ⁻¹)	0.37 ± 0.09 ^a	0.33 ± 0.05 ^a
Hematócrito (%)	25.20 ± 3.35 ^a	24.85 ± 3.06 ^a
Hemoglobina (g dL)	8.98 ± 1.72 ^a	8.62 ± 1.33 ^a
HCM (pg)	6.44 ± 1.16 ^a	6.68 ± 1.19 ^a
CHCM (g dL ⁻¹)	34.34 ± 4.22 ^a	36.02 ± 4.18 ^a
VCM (fL)	598.50 ± 353.90 ^a	584.00 ± 340.05 ^a

Leucograma e trombograma	Treatments	
	Semi-flooded	Flooded
Basófilos (µL ⁻¹)	1063 ± 780.61 ^a	1149 ± 820.60 ^a
Eosinófilos (µL ⁻¹)	579.50 ± 1073.17 ^a	481.60 ± 313.92 ^a
Linfócitos (µL ⁻¹)	28251 ± 9801.77 ^a	29071 ± 12563.30 ^a
Monócitos (µL ⁻¹)	977.60 ± 744.87 ^a	938.30 ± 361.74 ^a
Neutrófilos (µL ⁻¹)	1707 ± 1130.28 ^a	1326 ± 873.51 ^a
Trombócitos (µL ⁻¹)	512.30 ± 615.21 ^a	173.10 ± 266.42 ^a
WBC (µL ⁻¹)	32578 ± 10738.26 ^a	32967 ± 13318.74 ^a

Letras iguais seguidas indicam que não há diferenças significativas ($p > 0,05$) entre os sistemas semi-inundado e inundado. Os valores são expressos como média \pm desvio padrão. RBC: contagem total de eritrócitos; HCM: Hemoglobina corpuscular média; CHCM: concentração de hemoglobina corpuscular média; VCM: Volume corpuscular médio; WBC, Contagem total de leucócitos.

3.2.4. Eritrograma

As variáveis contagem total de eritrócitos, hematócrito, hemoglobina, volume corpuscular médio, hemoglobina corpuscular média e concentração de hemoglobina corpuscular média não foram influenciadas ($p > 0,05$) pelo tipo de baía (Tabela 3).

5.2.5. Leucograma e trombograma

Foram observados seis tipos de células nas lâminas hematológicas da rã-touro (basófilos, eosinófilos, linfócitos, monócitos, neutrófilos e trombócitos). No entanto, não houve influência ($p > 0,05$) do tipo de baía sobre a contagem total de leucócitos e trombócitos, assim como também sobre a contagem diferencial absoluta de leucócitos (Tabela 3).

4. Discussão

A fase de pós-metamorfose é uma das mais críticas em um ranário. O aumento da mortalidade nesta fase pode ser atribuído a instalações inadequadas e falhas na gestão sanitária, como má qualidade da água (Freitas et al., 2017; Seixas Filho et al., 2017; Alves et al., 2020).

O treinamento alimentar inadequado e a falta de triagem periódica dos imagos também contribuem significativamente para o aumento da mortalidade, devido ao aumento da taxa de canibalismo. Recomenda-se que as triagens sejam realizadas a cada sete dias (Seixas Filho et al., 2017) ou, no máximo, a cada 15 dias (Cribb et al., 2013). No presente estudo, embora não tenham sido realizadas triagens, a taxa média de sobrevivência dos imagos foi de 74% em ambos os sistemas testados. Isso provavelmente foi possível devido ao lote homogêneo de rãs utilizado no início do experimento, o que resultou em baixos índices de canibalismo (6%).

No entanto, como observado, as perdas na fase de recria não ocorrem apenas devido ao canibalismo, sendo comum a morte de imagos por inanição. No presente estudo, o aumento da heterogeneidade dentro das baias, independentemente do tipo de sistema, inibiu o consumo de ração dos imagos menores, constatando-se perda de peso de alguns animais. Esta inibição do consumo ocorreu, provavelmente, devido à dois fatores associados: i) ao comportamento de redução de atividade dos animais menores para evitar que fossem predados pelos maiores; ii) e

ao maior nível de estresse destes animais por estarem em constante perigo dentro das baias. Em uma situação de estresse, parte das reservas de energia das rãs, como glicogênio, lipídeos e proteínas, são mobilizadas para restaurar a homeostase, o que prejudica seu crescimento (Belden et al., 2010; Alves et al., 2020). Este efeito, apesar de provavelmente presente, foi menos evidenciado durante o segundo experimento, na engorda. Nesta fase, apesar da grande heterogeneidade no crescimento ao final do experimento, a taxa média de sobrevivência foi elevada (92%) em ambos os sistemas testados.

A ausência de diferença estatística observada no desempenho dos imagos no primeiro experimento foi, muito provavelmente, devido ao crescimento heterogêneo destes animais nesta fase de vida. Um crescimento heterogêneo dentro das unidades experimentais proporcionou um aumento do coeficiente de variação das variáveis de crescimento avaliadas, o que impediu a detecção de diferença estatística entre os tipos de baias testadas. Por outro lado, no segundo experimento, como houve um crescimento mais homogêneo das rãs na fase de engorda, foi possível avaliar a influência dos tipos de baias no crescimento dos animais.

Dois motivos podem ter contribuído para este melhor desempenho das rãs nas baias inundadas. O primeiro deve-se a melhor distribuição e movimentação da ração na baia inundada, o que permitiu um consumo de ração mais homogêneo entre as rãs criadas neste tipo de baia. O lançamento da ração extrusada na água proporciona uma maior movimentação do alimento, que se intensifica à medida em que as rãs se deslocam para consumir a ração (Oliveira et al., 2009; Pahor-Filho et al., 2019; Alves et al., 2020). O segundo motivo deve-se ao menor gasto energético e, conseqüentemente, melhor eficiência de utilização dos nutrientes pelas rãs quando estas estão na água. Quando na água, os animais estão sob a atuação da força de empuxo, a qual exerce uma força no sentido vertical e oposta ao peso do corpo do animal. Portanto, esta força ameniza a atuação da força do peso, gastando a rã menos energia para manter sua posição na água. Esta melhor eficiência de utilização do nutriente é evidenciada com a constatação da melhor conversão alimentar e taxa de eficiência proteica nos animais criados em baias inundadas.

É importante destacar a ótima conversão alimentar demonstrada para os imagos em ambos os tipos de baias, com valor médio de 1,02. Esses valores foram possíveis de serem determinados nessa fase da vida, pois além da precisão em determinar o consumo e fornecer uma alimentação de qualidade, a taxa de crescimento muscular nesse período foi alta. As rãs, durante um período de 30 dias, cresceram aproximadamente 3,5 vezes o valor do peso médio inicial. Portanto, como é amplamente compreendida a relação positiva entre a deposição de proteína corporal e a umidade, em que cada grama de proteína depositada leva a um acúmulo

de aproximadamente três a quatro gramas de água, os valores da conversão alimentar tornam-se compreensíveis próximos a 1,0 para animais da fase inicial de crescimento. Valores de conversão alimentar próximos a 1,0 também foram demonstrados para rãs-touro criadas em baias inundadas com uma frequência de três trocas diárias de água (Alves et al., 2020).

Como demonstrado no presente estudo, machos normalmente apresentam maior rendimento de carcaça em relação as fêmeas (Nascimento et al., 2019). Isto porque, além de possuírem maior desenvolvimento muscular que as fêmeas, principalmente em relação as pernas e braços, quando atingem a idade de abate, apresentam menor índice gonadossomático e viscerossomático. O maior rendimento de pernas constatado no presente estudo é atribuído também ao menor peso vivo dos machos em relação as fêmeas, quando estes animais atingem a maturidade sexual. Isto porque as fêmeas, após atingirem maturidade sexual, apresentam maior índice gonadossomático (Costa et al., 1998ab; Casali et al., 2005).

Quando aptas para a reprodução, as fêmeas precisam mobilizar grande parte da energia para o desenvolvimento dos ovários e ovidutos, órgãos que ocupam grande espaço dentro da cavidade abdominal. Segundo Cribb et al. (2013), já na primeira desova, as fêmeas possuem a capacidade de desovar até 20.000 ovócitos viáveis. Na presente pesquisa, em ambos os sistemas testados, havia fêmeas com ovário e ovidutos desenvolvidos, estando aptas para a reprodução. No entanto, a maior constatação de fêmeas maduras foi no sistema de baias inundadas. Isto porque no sistema de baias inundadas havia maior percentual (50,87%) de rãs entre 150 a 250 g em relação ao sistema semi-inundado (25,19%). De acordo com Cribb et al. (2013), fêmeas de rã-touro estão aptas para reprodução com peso entre 180 a 200 g, enquanto os machos começam a atividade espermática com aproximadamente 50 g e a coaxar e disputar território dentro das baias de engorda a partir de 100 g. Portanto, em ambos os sistemas, a grande maioria dos machos já havia atingido a maturidade sexual, o que explica a ausência de diferença significativa do índice gonadossomático entre os sistemas testados. Além disso, a variação do índice gonadossomático dos machos aptos para a reprodução e os não maduros sexualmente é muito pequena, isso devido ao tamanho reduzido dos testículos.

O corpo adiposo da rã-touro tem uma importante participação como fonte de energia para as gônadas no período reprodutivo, assim como reserva de energia destes animais no período de inverno (Costa et al., 1998b). Normalmente, rãs de maior porte apresentam quantidade mais elevada de gordura neste tecido (Ayres et al., 2015). Desta forma, o maior índice lipossomático demonstrado nas rãs das baias inundadas é atribuído ao maior crescimento e percentual mais elevado de animais médios (150 a 250 g) encontrados neste sistema.

Em anuros, o corpo adiposo é a estrutura mais abundante em lipídeos, sendo que o triglicerídeo representa a maior parte dos lipídeos deste órgão (Brown, 1964). Tanto os níveis de triglicerídeos quanto os de colesterol total são oriundos da dieta ou da produção endógena, pelo fígado. No presente estudo, o aumento dos níveis de triglicerídeos e colesterol total das rãs criadas em baias inundadas está relacionado provavelmente ao maior acúmulo de gordura destes animais. Os animais criados nas baias inundadas atingiram maior peso final e acumularam mais gordura, provavelmente devido ao menor gasto energético das rãs neste sistema.

O aumento dos níveis de colesterol total das rãs criadas em baias inundadas pode estar relacionado também a um mecanismo de proteção das células para evitar a entrada de água em excesso no organismo. A quantidade de colesterol presente na membrana celular está relacionada à capacidade da água de se difundir por ela, sendo o colesterol muito importante para a impermeabilização dos tecidos que estão em contato direto com os fluidos corporais (Alyousif, 1991; Santos et al., 2021). Essa estratégia pode também ser utilizada em uma situação inversa, para se evitar a perda de água pelo organismo. Estudo com *Rana ridibunda* demonstrou que os tecidos responsáveis por perda de água, como a pele, possuem grande quantidade de colesterol (Alyousif, 1991).

De acordo com os resultados da glicose e lactato plasmáticos do presente estudo, o tipo de baia utilizado não chegou a influenciar o bem-estar dos animais, uma vez que não houve mobilização das reservas energéticas para reverter uma possível condição de estresse das rãs nas baias. Tanto os níveis de glicose quanto de lactato, resultantes da mobilização do glicogênio hepático e muscular, respectivamente, mantiveram-se iguais nas rãs mantidas em ambos os tipos de baias testados. A hiperglicemia e hiperlactatemia são respostas secundárias a uma situação de estresse, como evidenciado em estudos com rã-touro após o transporte (Santos et al., 2021) e exemplares da mesma espécie após adensamento por 1h30min. em saco de rafia (Alves et al., 2022).

Da mesma forma, as proteínas totais, albumina e globulinas não diferiram entre as rãs mantidas em ambos os sistemas testados. Um decréscimo de proteínas totais e suas frações poderiam estar relacionado a um aumento da demanda energética em situação de estresse e consequente mobilização de aminoácidos para a gliconeogênese (Dornelles e Oliveira, 2014; Santos et al., 2021; Alves et al., 2022). Além disso, um decréscimo de proteínas totais poderia estar relacionado a um possível quadro de desnutrição. Neste contexto, a albumina funciona como uma excelente reserva de aminoácidos (Coppo et al., 2005). Por outro lado, um aumento dos níveis de proteínas totais, principalmente em relação a albumina, poderia ainda estar relacionado a uma situação de desidratação devido à perda de água do sangue (Alves et al.,

2022). Nesta circunstância, ambos os sistemas testados promoveram uma adequada hidratação para as rãs.

A manutenção da homeostase das rãs mantidas em ambos os sistemas de produção também foi possível de ser constatado pelo eritrograma e leucograma destes animais. Em condições de estresse normalmente há um aumento da demanda de oxigênio pelos tecidos e, conseqüentemente, maior recrutamento de eritrócitos jovens na corrente sanguínea (Boutilier and Shelton, 1986; Santos et al., 2021; Alves et al., 2022). Este aumento da contagem do número de eritrócitos com menor VCM foi constatado em estudo com estudo com transporte de rã-touro (Santos et al., 2021) e no aumento do hematócrito em exemplares da mesma espécie mantidas adensadas em bolsas de rafia por 1h30min. (Alves et al., 2022). Os perfis de leucócitos podem refletir um investimento preventivo contra parasitas, infecções e/ou respostas a uma variedade de outras variáveis ambientais (Shutler et al., 2015). Desta forma, a ausência de diferença significativa no perfil do leucograma das rãs em baias do tipo inundadas e semi-inundadas supõe que estes tipos de instalações não perturbaram a homeostase destes animais.

5. Conclusões

Os tipos de baias não influenciaram o crescimento dos imagos durante a fase de recria. Porém, recomenda-se que a rã-touro seja engordada em baia inundada, pois os animais criados neste tipo de sistema apresentam melhor desempenho produtivo.

Agradecimentos

Agradecemos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq-Brasil), à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES-Brasil) e a empresa Guabi Nutrição e Saúde Animal S. A. pelo fornecimento de ração para a realização do experimento e manutenção dos animais no Setor de Ranicultura da Escola de Veterinária da UFMG.

Referências

Alves, A. X., Lana, M., Matos, H. C., Pawlowski, V. R., Azevedo, R. O., Brabo, M. F., Capelo, D. A. V., Veras, G. C., 2020. Daily frequency of water changes in flooded pens during initial bullfrog rearing. *Aquaculture*. v. 528, p. 735555. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.735555>.

Alves, A. X., Brabo, F. M., Campelo, D. A. V., Silva, J. A., Paulino, R. R., Costa, F. A. A., Reis, G. P. A., dos Santos, N. N., Veras, G. C., 2022. Stunning bullfrogs by electronarcosis and

thermonarcosis: Hematological and plasma biochemical responses. *Aquaculture*. v. 548, p. 737545. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2021.737545>.

Alyousif, M. S., 1991. A study on cholesterol content in some tissues of the saudi frog: *Rana ridibunda*. *Comp. Biochem. Physiol.* 100A, 133–134. [https://doi.org/10.1016/0300-9629\(91\)90194-H](https://doi.org/10.1016/0300-9629(91)90194-H).

Ayres, A. A. C.; Damasceno, D. Z.; Moro, E. B.; Maccari, G. M. R.; Nervis, J. A. L.; Bittencourt, F., 2015. Carcass yield and proximate composition of bullfrog (*Lithobates catesbeianus*). *Acta Sci. Anim. Sci.* v. 37, n. 4, p. 329-333. <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v37i4.28196>.

Belden, L. K., Wingfield, J. C., Kiesecker, J. M. J., 2010. Variation in the Hormonal Stress Response Among Larvae of Three Amphibian Species. *J. Exp. Zool.* 313A, 524–531. <https://doi.org/10.1002/jez.623>.

Boutilier, R.G., Shelton, G., 1986. Respiratory properties of blood from voluntarily and forcibly submerged *Xenopus laevis*. *J. Exp. Biol.* 121, 285–300. <https://doi.org/10.1242/jeb.121.1.285>

Broom, D. M.; Molento, C. F. M., 2004. Bem-estar animal: conceito e questões relacionadas – revisão. *Arch. Vet. Sci.* v. 9, n. 2, p. 1-11.

Brown, G. W., 1964. The metabolism of Amphibia. In: J. A. Moore (ed.), *Physiology of Amphibia*. Academic Press, New York, 1, 1-98.

Casali, A. P.; Moura, O. M.; Lima, S. L., 2005. Rações comerciais e o rendimento de carcaça e subprodutos de rã-touro. *Cienc. Rural.* v. 35, n. 5, p. 1172-1178. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782005000500029>.

CONCEA - Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal. Resolução Normativa n.37 de 15 de fevereiro de 2018. Diretrizes da prática de eutanásia. Brasília (DF): Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações, Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal; 2018.

Coppo, J.A., Mussart, N.B., Fioranelli, S.A., Zeinsteger, P.A., 2005. Blood and urine physiological values in captive bullfrog *Rana catesbeiana* (Anura: Ranidae). *Rev. boil. Trop.*, 25, 5–17.

Costa, C. L. S.; Lima, S. L.; Andrade, D. R.; Agostinho, C. A., 1998b. Caracterização morfológica dos estádios de desenvolvimento do aparelho reprodutor feminino da rã-touro, *Rana catesbeiana*, no Sistema Anfigranja de Criação Intensiva. *R. Bras. Zootec.* v. 27, n. 4, p. 651-657.

Costa, C. L. S.; Lima, S. L.; Andrade, D. R.; Agostinho, C. A., 1998a. Caracterização morfológica dos estágios de desenvolvimento do aparelho reprodutor masculino da rã-touro, *Rana catesbeiana*, no sistema anfigranja de criação intensiva. *R. Bras. Zootec.* v. 27, n. 4, p. 651-657.

Cribb, A.Y., Afonso, A.M., Mostério, C.M.F., 2013. Manual técnico de ranicultura, first ed. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa, Brasília.

Dornelles, M.F., Oliveira, G.T., 2014. Effect of atrazine, glyphosate and quinclorac on biochemical parameters, lipid peroxidation and survival in bullfrog tadpoles (*Lithobates catesbeianus*). *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 66, 415–429. <https://doi.org/10.1007/s00244-013-9967-4>.

FAO. Cultured aquatic species information programme. *Rana catesbeiana*. Text by Flores Nava, A., in: FAO Fisheries and Aquaculture Department [online]. Rome. Updated February 9, 2005.

Disponível em: <http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Rana_catesbeiana/en>. Acessado em: 20 Dez. 2020.

Ferreira, C. M., Pimenta, A. G. C. & Paiva Neto, J. S., 2002. Introdução à ranicultura. Boletim Técnico. Instituto de Pesca 3, 41–48. São Paulo.

Freitas J. J. G., Viau, P., Oliveira, C. A., Teixeira, P. C., Tachibana, L., Dias, D. C., Hipolito, M., Bordon, I. C. C., Alfaia, S. R., Ferreira, C. M., 2017. Effect of dietary supplements in American bullfrogs reared in low and high stocking densities. *Aquac. Rep.* 8, 45–48. <http://dx.doi.org/10.1016/j.aqrep.2017.09.003>

Frost, D. R., Grant T., Faivovich J., Bain R., Haas A., Haddad C. F. B., De Sá R., Channing A., Wilkinson M., Donnellan S. C., Raxworthy C., Campbell J. A., Blotto B. L., Moler P., Drewes R. C., Nussbaum R. A., Lynch J. D., Green D. M., Wheeler W., 2006. The amphibian tree of life. *Bulletin of the American Museum of natural History*, (297), 1-291.

Ide, L. K.; Moreira, T. M. R.; Silva, S. H. A., 2017. Técnicas de desossa da carcaça de rã-touro e utilização do esqueleto para fins comestíveis. *Revista Semioses*, v. 11, n. 2, p. 1-6. <https://doi.org/10.15202/1981996x.2017v11n2p58>.

Mansano, C. F. M., Vanzela, L. S., Américo-Pinheiro, J. H. P., Macente, B. I., Khan, K. U., Fernandes, J. B. K., Frias, D. F. R., De Stéfani, M. V., 2018. Importance of optimum water quality Indices in successful frog culture practices. In: Gokce, D. (Ed.), *Limnology – Some New Aspects of Inland Water Ecology*. IntechOpen, London, pp.133–154. <https://doi.org/10.5772/intechopen.81747>.

Oliveira, F. A., Agostinho, C. A., Sousa, R. M. R., Lima, S. L., Gonçalves, H. C., Argentim, D., & Castro, C. S., 2009. Manejo alimentar com dispensador automático na recria de rã-touro. *Archivos de zootecnia*, 58. 589-592. Concordia, Espana. ISSN: 0004-0592.

de Oliveira, E. G., 2015. Ranicultura: novos desafios e perspectivas do mercado. *Cienc. Animal*. 25(1), 173-186. Fortaleza, CE.

Pahor-Filho, E., Mansano, C. F. M., Pereira, M. M., e de Stéfani, M. V., 2019. The most frequently bullfrog productive systems used in Brazilian aquaculture: A review. *Aquac. Eng.* 87, 102023. <https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2019.102023>.

Santos, B. D., Alves, A. X., dos Santos, N. N., Lana, M., Pawlowski, V. R., Paulino, R. R., Leme, F. O. P., Costa, F. A. A., Brabo, M. F., Capelo, D. A. V., Veras, G. C., 2021. Transport stress in bullfrog: Hematological and plasma biochemical responses. *Aquac. Rep.* v. 19, p. 100583. <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2020.100583>.

Seixas Filho, J. T., Pereira, M. M., Mello, S. C. R. P., 2017. Manual de Ranicultura para o Produtor, first ed. HP Comunicação Editora, Fundação Instituto de Pesca do Estado do Rio de Janeiro. FIPERJ, Rio de Janeiro.

Shutler, D., Gendron, A.D., Rondeau, M., Marcogliese, D.J. 2015. Nematode parasites and leukocyte profiles of northern leopard frogs, *Rana pipiens*: location, location, location. *Canadian J. Zoology*: 93; 41-49.

Nascimento, L.S., Dias, G.E.A., Seixas Filho, J.T., Mello, S.C.R.P., Ribeiro Filho, O. P., & Pereira, M. M., 2019. Rendimento de Carcaça de Machos e Fêmeas da Rã-touro em diferentes Sistemas de Recria e em fase reprodutiva. *Rev. Bras. Agropeco. Sustent.* v. 9, n. 3. <https://doi.org/10.21206/rbas.v9i3.8283>.