

# **PRODUÇÃO DE *Geophagus brasiliensis* EM DIFERENTES DENSIDADES DE ESTOCAGEM EM SISTEMA DE RECIRCULAÇÃO DE ÁGUA**

Production of *Geophagus brasiliensis* at different stocking densities in recirculation aquaculture system

Luan Honorato<sup>1</sup>, Pâmela Schlickmann Gomes<sup>1</sup>, Giovanni Lemos de Mello<sup>2</sup>,  
Mateus Vitória Medeiros<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Acadêmicos do curso de Engenharia de Pesca da Universidade do Estado de Santa Catarina.  
E-mail: luanengland@hotmail.com

<sup>2</sup> Professor do curso de Engenharia de Pesca da Universidade do Estado de Santa Catarina

<sup>3</sup> Professor do curso Engenharia de Pesca da Universidade Federal Rural de Pernambuco, campus Dois Irmãos

## RESUMO

O cará (*Geophagus brasiliensis*) é uma espécie que apresenta grande potencial para a aquicultura, principalmente do ponto de vista da aquicultura ornamental. Todavia, são escassas as informações a respeito do cultivo desse Cichlidae. O objetivo do presente trabalho foi avaliar o desempenho zootécnico do cará cultivado sob diferentes densidades de estocagem, em sistema de recirculação. O delineamento experimental contou com quatro tratamentos e três repetições cada. As densidades testadas foram de 60, 100, 140 e 180 peixes m<sup>-3</sup>. Os juvenis foram estocados com peso inicial de 4,73 ± 0,36 g e comprimento de 6,96 ± 0,24 cm (média ± desvio padrão). A produtividade foi estatisticamente maior nos tratamentos com as maiores densidades, enquanto o peso final, o ganho de peso e a sobrevivência não diferiram estatisticamente. Houve agressividade entre os peixes apenas nos tratamentos com as menores densidades (60 e 100 peixes m<sup>-3</sup>). Esses resultados demonstram que essa espécie pode ser estocada em altas densidades (até 180 peixes m<sup>-3</sup>), sem prejudicar o desempenho zootécnico, o que é um fator altamente desejável para a escolha de uma nova espécie para a aquicultura comercial.

**Palavras-chave:** cará, espécie nativa, aquicultura, ciclídeo, peixe ornamental.

Recebido em: 26/02/2021  
Aprovado em: 15/06/2021  
Publicado em: 20/12/2021

## ABSTRACT

The pearl cichlid (*Geophagus brasiliensis*) is a species that has great potential for aquaculture, mainly from the point of view of ornamental aquaculture. However, information about the cultivation of this cichlid is scarce. The objective of the present work was to evaluate the zootechnical performance of the pearl cichlid grown under different stocking densities, in a recirculation system. The experimental design had four treatments and three repetitions each. The tested densities were 60, 100, 140 and 180 fish  $m^{-3}$ . The juveniles were stored with an initial weight of  $4.73 \pm 0.36$  g and a length of  $6.96 \pm 0.24$  cm (mean  $\pm$  standard deviation). The productivity was statistically higher in the treatments with the highest densities while the final weight, weight gain and survival did not differ statistically. There was aggressiveness among the fish only in the treatments with the lowest densities (60 and 100 fish  $m^{-3}$ ). These results demonstrate that this species can be stored at high densities (up to 180 fish  $m^{-3}$ ), without impairing zootechnical performance, which is a highly desirable factor for choosing a new species for commercial aquaculture.

**Keywords:** pearl cichlid, native species, aquaculture, cichlid, ornamental fish.

## INTRODUÇÃO

A piscicultura continental brasileira representa quase 90% do total produzido pela aquicultura nacional, com 519 mil toneladas em 2018 (IBGE, 2019). Apesar das distintas condições climáticas no vasto território e da grande diversidade de espécies aquáticas nativas, a produção comercial é voltada para poucas espécies. As principais espécies cultivadas são a tilápia (*Oreochromis niloticus*) (60% do total produzido), o tambaqui (20%) e os híbridos de peixes redondos brasileiros: tambacu e tambatinga (8%) (IBGE, 2019). Além desses peixes redondos nativos, o Brasil possui outras espécies com potencial de cultivo, como o pirarucu (*Arapaima gigas*), o curimatã (*Prochilodus* spp.), o matrinxã (*Brycon amazonicus*), o lambari-do-rabo-amarelo (*Astyanax altiparanae*), entre outras (Baldisserotto & Gomes, 2018).

A espécie *Geophagus brasiliensis*, popularmente conhecida como cará, acará ou papa-terra (Abelha & Goulart, 2004), pertence à família Cichlidae e se distribui pela América do Sul, sendo que populações dessa espécie são encontradas majoritariamente desde o Rio de Janeiro até o Nordeste do país, com populações isoladas distribuídas pelo restante do território (Argolo *et al.*, 2020; Reis; Kullander & Ferraris, 2003; Moraes; Barbola & Duboc, 2004). Ocorre em ambientes lênticos, como lagos, planícies de inundação, estuários e rios (Vono & Barbosa, 2001), e, segundo Abelha e Goulart (2004), possui hábito alimentar onívoro, alimentando-se de detritos, insetos aquáticos, microcrustáceos, invertebrados aquáticos e moluscos. São espécies solitárias (Rocha *et al.*, 2015) e podem chegar até 26,7 cm de comprimento total (Moraes; Barbola & Duboc, 2004).

A espécie apresenta um grande potencial de cultivo, uma vez que pode ser aproveitada para diversos fins. Devido a sua bela coloração e comportamento, é utilizada para aquarofilia (Bizerril & Primo, 2001). Faz parte das espécies mais capturadas por populações que sobrevivem da pesca artesanal (Alves *et al.*, 2009) e está presente também na pesca esportiva em ambiente natural e em pesque-pagues, onde normalmente aparece como espécie acompanhante (Bizerril & Primo, 2001). No entanto, não há literatura referente ao

cultivo comercial dessa espécie, apenas estudos principalmente voltados ao viés ecológico (Santos; Santos & Araújo, 2004; Rocha *et al.*, 2015).

A produção aquícola brasileira é realizada principalmente em viveiros escavados e tanques-rede. No entanto, esses sistemas de produção tradicionais são pouco eficientes no uso d'água e são criticados pela emissão de efluentes no meio ambiente (Primavera, 2006). Os sistemas mais modernos de produção, entre eles o sistema de recirculação (RAS, da sigla em inglês), utilizam a água de maneira mais eficiente, tratando-a e reutilizando-a (Martins *et al.*, 2010). Outra vantagem do RAS é que o sistema permite altas densidades de estocagem, uma vez que há o controle de fatores limitantes (oxigênio ou compostos nitrogenados) (Suresh & Lin, 1992; Martins *et al.*, 2010).

A densidade em que uma espécie é cultivada é um importante fator na determinação da viabilidade econômica e biológica. Na aquicultura, um dos primeiros passos é determinar a densidade de estocagem ideal, que objetiva utilizar níveis ótimos de produtividade por área (Brandão *et al.*, 2004). Segundo Gomes, Baldisserotto e Senhorini (2000), peixes criados em baixa densidade demonstram baixo aproveitamento da área disponível, mas apresentam alta porcentagem de sobrevivência e boa taxa de crescimento. Por outro lado, peixes mantidos em alta densidade de estocagem apresentam menor custo de produção por peixe, porém podem apresentar menor crescimento, estresse, pior conversão alimentar e maior variação em tamanho de mesmo lote (El-Sayed, 2002; Iguchi *et al.*, 2003).

O objetivo deste estudo foi avaliar o desempenho do cará (*G. brasiliensis*) cultivado sob diferentes densidades de estocagem, em sistema de recirculação.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Laboratório de Aquicultura (LAQ) da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), campus Ceres, localizado na cidade de Laguna. A duração do cultivo foi de 50 dias e durante o outono no hemisfério sul.

### Captura e aclimação

Os exemplares de carás foram capturados (Sisbio nº 62946) com o auxílio de covos plásticos em uma lagoa localizada no município de Laguna, SC (28°27'46.7" S e 48°46'55.3" W). Posteriormente, os animais foram transportados para o Laboratório de Aquicultura da UDESC, onde foram triados e acondicionados em sistema de recirculação, com três caixas de polietileno de 250 L e um macrocosmo de mesmo volume. O período da aclimação foi de 24 horas.

### Delineamento experimental

O experimento foi realizado em água clara, com quatro tratamentos e três réplicas cada. Nos tratamentos, os animais foram distribuídos em quatro densidades: 60, 100, 140 e 180 peixes m<sup>-3</sup> (respectivamente 3, 5, 7 e 9 peixes por caixa).

Cada tratamento foi constituído por um sistema de recirculação de água independente, que possuía três caixas de polietileno com volume útil de 50 L cada, e um macrocosmo de 70 L de volume útil. Cada caixa continha uma pedra porosa ligada ao sistema geral de oxigenação do LAQ abastecido por um soprador (2 cv). No macrocosmo, foram colocados 20 L de tampas de garrafas PET (com área superficial total de 240 m<sup>2</sup>), para au-

mentar a área de superfície para fixação de bactérias nitrificantes (filtro biológico) e reduzir as concentrações de compostos nitrogenados nocivos aos animais, e um aquecedor com termostato, para manutenção da temperatura constante. O filtro mecânico era composto por filtro do tipo “bag” posicionado na entrada do macrocosmo. Além disso, duas vezes por semana todas as réplicas eram sifonadas, a fim de se retirarem os resíduos sólidos como fezes e restos de ração.

Os animais foram alimentados duas vezes ao dia (8h e 16h30) com ração extrusada contendo 32% de proteína bruta, na proporção de 4% da biomassa. Os valores de ração foram associados à taxa de arraçoamento para tilápias nesta fase de crescimento (Oliveira, 2007).

### **Parâmetros físico-químicos**

Os parâmetros físico-químicos foram monitorados diariamente, no período vespertino, às 16h30. O oxigênio dissolvido ( $\text{mg L}^{-1}$ ) e a temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ) foram mensurados utilizando oxímetro polarográfico (YSI Mod. DO 200A, YSI Incorporated, Yellow Springs-OH, USA), e o pH foi obtido através de pHmetro de bancada (EcoSense pH10A Pen Tester, YSI Incorporated, Yellow Springs-OH, US). Os compostos nitrogenados, amônia total ( $\text{mg L}^{-1}$ ), nitrito ( $\text{N-NO}_2 \text{ mg L}^{-1}$ ), nitrato ( $\text{N-NO}_3 \text{ mg L}^{-1}$ ) e ortofosfato ( $\text{PO}_3^{4-}$ ) foram analisados no fotolorímetro (ALFAKIT modelo AT 100P, Florianópolis, SC, Brasil) a cada 15 dias.

### **Avaliações zootécnicas**

Os juvenis de cará foram estocados com peso médio de  $4,73 \pm 0,36 \text{ g}$  e comprimento de  $6,96 \pm 0,24 \text{ cm}$  (média  $\pm$  desvio padrão). Além da biometria inicial, realizou-se uma biometria no período intermediário ao experimento, para recálculo da oferta de ração, e uma biometria ao final do cultivo, para determinar o desempenho zootécnico.

Foram calculados: o ganho de peso (peso final (g) - peso inicial (g), por unidade experimental); a conversão alimentar (total de ração consumida (g)/ganho de peso (g)); a sobrevivência ( $n^{\circ}$  de indivíduos final/ $n^{\circ}$  de indivíduos inicial  $\times 100$ ); a taxa de crescimento específico ( $\ln$  peso final -  $\ln$  peso inicial/tempo em dias); e a produtividade (peso final total por unidade experimental (g)/volume do tanque (L)  $\times 1.000$ ). A relação peso-comprimento foi determinada pela seguinte expressão:

$$P = aC^b$$

Onde:

P = peso total

C = comprimento total

a = intercepto da regressão

b = coeficiente angular

O fator de condição relativo (Kr) para os organismos foi determinado pela equação:

$$Kr = Po/Pe$$

Sendo Po o peso total observado do peixe e Pe o peso estimado pela relação peso-comprimento.

### Avaliação dos órgãos internos

Ao final do experimento, foi realizada em todos os animais a avaliação dos órgãos internos. Os animais foram anestesiados com óleo de cravo (150 mg L<sup>-1</sup>) e abatidos com secção da medula. Calcularam-se o rendimento de carcaça RDC (peso eviscerado/peso inteiro x 100); o índice hepatossomático IHS (peso do fígado/peso total x 100); o índice de gordura visceral GVR (peso da gordura/peso total x 100); o índice esplenossomático IES (peso do baço/peso total x 100); e o índice gonadossomático IGS (peso das gônadas/peso total x 100).

### Análise estatística

Para comparar as médias do desempenho zootécnico e dos índices organossomáticos entre os diferentes tratamentos, utilizou-se a análise de variância (ANOVA). Quando observada diferença significativa, utilizou-se o teste de Tukey (nível de significância de 5%). Para a comparação das relações peso-comprimento foi utilizada a ANCOVA.

## RESULTADOS

Os animais apresentaram similaridades ( $p > 0,05$ ) nos parâmetros: peso final, ganho de peso, comprimento final e sobrevivência entre todos os tratamentos (Tabela I). Quanto à conversão alimentar e produtividade, houve diferença significativa das densidades sob os resultados. Foi determinada, através de regressão, uma correlação positiva entre a produtividade (kg m<sup>-3</sup>) e a densidade de estocagem (Tabela I).

Tabela I - Média (± desvio padrão) do desempenho zootécnico do cará (*Geophagus brasiliensis*) cultivado em sistema de recirculação de água sob diferentes densidades (ind m<sup>-3</sup>)

Tratamento	60	100	140	180	p
Peso final (g)	7,88 ± 2,14	7,42 ± 1,71	8,33 ± 1,95	8,17 ± 2,13	0,577
Ganho de peso (g)	3,15 ± 2,13	2,69 ± 1,70	3,60 ± 1,94	3,44 ± 2,12	0,644
Comprimento final (cm)	7,70 ± 0,80	7,70 ± 0,60	7,90 ± 0,70	7,80 ± 0,70	0,770
Conversão alimentar	2,96 ± 0,11a	3,83 ± 0,56b	2,84 ± 0,12a	3,01 ± 0,19a	0,014
Produtividade (kg m <sup>-3</sup> ) <sup>1</sup>	0,34 ± 0,09a	0,59 ± 0,17b	1,00 ± 0,00c	1,25 ± 0,03d	0,001
Sobrevivência (%)	77,78 ± 19,25	80,00 ± 20,00	85,71 ± 0,00	85,19 ± 6,42	0,877
TCE (% dia <sup>-1</sup> )	1,14 ± 0,13	0,87 ± 0,10	1,11 ± 0,05	1,04 ± 0,12	0,005

Nota: médias seguidas por letras iguais, nas linhas, não diferem, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade; TCE: taxa de crescimento específico. 1;  $Y = 0,0079x - 0,147$ ;  $R^2 = 0,989$ .

Os índices gonadossomático, esplenossomático, gordura visceral e rendimento de carcaça não apresentaram diferença estatística ( $p > 0,05$ ) entre os tratamentos (Tabela II), demonstrando não ter ocorrido diferença estrutural nesses órgãos devido às diferenças de densidade. Para o índice hepatossomático, o tratamento com a densidade de 100 peixes m<sup>-3</sup> apresentou os menores valores, enquanto o maior índice foi mensurado no tratamento com a maior densidade (180 peixes m<sup>-3</sup>).

A temperatura, o pH e o oxigênio dissolvido mantiveram-se constantes durante todo período experimental. Já para o ortofosfato e o nitrato, houve um acréscimo ao longo dos dias de cultivo. Os parâmetros de qualidade de água estão dispostos na Tabela III.

Tabela II – Índices organossomáticos do cará (*Geophagus brasiliensis*) cultivados em sistema de recirculação de água sob diferentes densidades (ind m<sup>-3</sup>)

Tratamento	60	100	140	180	p
IHS	1,86 ± 0,53ab	1,57 ± 0,74a	2,19 ± 0,68ab	2,33 ± 0,69b	0,016
IGS	0,18 ± 0,18	0,10 ± 0,17	0,20 ± 0,20	0,18 ± 0,17	0,487
IES	0,48 ± 0,50	0,42 ± 0,51	0,21 ± 0,14	0,26 ± 0,34	0,059
GVR	0,44 ± 0,21	0,33 ± 0,19	0,59 ± 0,28	0,51 ± 0,36	0,150
RDC	90,12 ± 1,79	90,49 ± 2,98	89,45 ± 1,47	89,71 ± 1,73	0,529

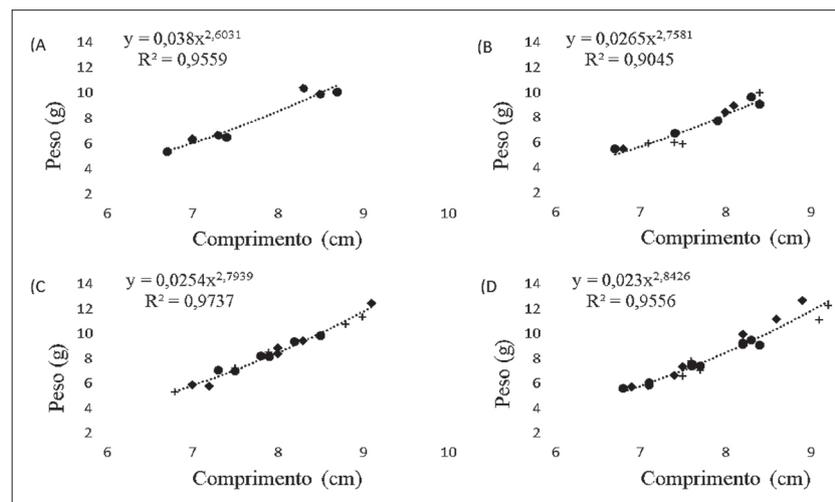
Nota: médias seguidas por letras iguais, nas linhas, não diferem, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade; IHS: índice hepatossomático; IGS: índice gonadossomático; IES: índice esplenossomático; GVR: gordura visceral; RDC: rendimento de carcaça.

Tabela III – Parâmetros de qualidade de água após 50 dias de cultivo do cará (*Geophagus brasiliensis*) em sistema de recirculação com diferentes densidades (ind m<sup>-3</sup>)

Parâmetro	60	100	140	180	p
Oxigênio dissolvido (mg L <sup>-1</sup> )	6,81 ± 0,31	6,73 ± 0,26	6,85 ± 0,29	6,77 ± 0,28	0,181
Temperatura (°C)	25,84 ± 1,29	25,81 ± 1,26	25,85 ± 1,29	25,84 ± 1,27	0,999
pH	7,04 ± 0,26	6,95 ± 0,25	6,98 ± 0,2	6,98 ± 0,24	0,686
Amônia total (mg L <sup>-1</sup> )	0,01 ± 0,03	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,548
Nitrito (mg L <sup>-1</sup> )	0,06 ± 0,07	0,10 ± 0,09	0,23 ± 0,31	0,14 ± 0,22	0,847
Nitrato (mg L <sup>-1</sup> )	1,29 ± 1,19	0,95 ± 0,79	2,06 ± 1,56	1,64 ± 1,74	0,699
Ortofosfato (mg L <sup>-1</sup> )	1,48 ± 1,37	5,69 ± 4,81	8,73 ± 9,86	9,80 ± 10,17	0,325
Alcalinidade (mg L <sup>-1</sup> de CaCO <sub>3</sub> )	31,00 ± 4,18	29,00 ± 6,52	30,00 ± 7,91	31,00 ± 6,52	0,996

As relações peso-comprimento, para cada tratamento, obtidas ao final do cultivo estão dispostas na Figura 1. Em todos os tratamentos, os carás apresentaram crescimento do tipo alométrico negativo ( $b < 3,00$ ), não ocorrendo diferença significativa entre si pela ANCOVA. O valor do fator de condição relativo (Kn), calculado para os animais dos diferentes tratamentos ao final do cultivo, foi de  $1,002 \pm 0,058$ ;  $1,003 \pm 0,069$ ;  $1,000 \pm 0,038$ ; e  $1,001 \pm 0,052$  para as densidades de 60, 100, 140 e 180 peixes m<sup>-3</sup>, respectivamente.

Figura 1 – Relação peso-comprimento do cará (*Geophagus brasiliensis*) cultivado sob densidades de 60 (A), 100 (B), 140 (C) e 180 (D) peixes m<sup>-3</sup> durante 50 dias em sistema de recirculação de água. Figuras diferentes representam réplicas distintas entre os tratamentos



## DISCUSSÃO

O ganho de peso e a taxa de crescimento específico não apresentaram diferença estatística entre as várias densidades testadas para essa espécie. Tal fato demonstra o potencial da espécie para o cultivo em altas densidades de estocagem, fator de suma importância na seleção de uma nova espécie para a aquicultura. Resultados contrários foram observados por Barcellos *et al.* (1999), que utilizaram densidades de estocagem de 1, 2, 5 e 10 peixes por tanque para avaliação do estresse e desempenho para a tilápia (peso inicial de 20 gramas durante 60 dias), e esse estudo encontrou maiores níveis de estresse e menor ganho de peso para os tratamentos com as maiores densidades, indicando que o aumento na densidade resulta em menores taxas de crescimento. Resultados semelhantes foram relatados por Aragón-Flores *et al.* (2014), que, avaliando diferentes densidades de estocagem (3, 6 e 9 peixes tanque<sup>-1</sup>) para o ciclídeo *Cichlasoma beaniem* RAS, observaram maior crescimento e maior taxa de crescimento específico para o tratamento com menor densidade. Todavia, esses autores relataram que a sobrevivência nesse tratamento foi menor devido ao comportamento agressivo da espécie, que ocorre principalmente quando as densidades são baixas.

O comportamento agressivo em peixes ocorre principalmente devido à competição por recursos alimentares, defesa e guarda de prole (Conrad *et al.*, 2011). Esse comportamento é frequentemente observado em ciclídeos e já fora relatado para diversas espécies, como o cará preto *Cichlasoma orientale* (Gurgel *et al.*, 2011), o acará-bandeira *Pterophyllum scalare* (Cacho; Chellappa & Yamamoto, 2006) e o jacundá *Crenicichla menezesi* (Araújo *et al.*, 2014). A estocagem dos peixes em densidades inadequadas pode remeter a um estresse social hierárquico e ao estímulo da formação de um peixe dominante e, conseqüentemente, a ataques aos outros animais (Aragón-Flores *et al.*, 2014). Apesar de não ter sido inicialmente alvo deste estudo, observaram-se ataques entre os indivíduos dos tratamentos com as menores densidades (60 e 100 peixes m<sup>-3</sup>). Segundo Araújo *et al.* (2014), existem variedades no que diz respeito às características dos ataques entre peixes, sendo que no presente experimento foram observados ataques laterais e comportamento de fuga, principalmente na hora da alimentação. Além do comportamento agressivo, notou-se nos tanques desses tratamentos o escurecimento corporal de alguns peixes, características relacionadas à submissividade e ao estresse (Conrad *et al.*, 2011). Para o cará, isso pode significar um indicativo de hierarquia quando cultivado em baixa densidade, o que foi observado no tratamento com 60 peixes m<sup>-3</sup> (Figura 1), onde em cada réplica um animal tornou-se o dominante e apresentou maior crescimento que os outros indivíduos.

A média da conversão alimentar para todos os peixes foi de 3,16. O tratamento 100 peixes m<sup>-3</sup> apresentou a maior conversão alimentar (3,83 ± 0,56), enquanto nos outros tratamentos a conversão ficou próxima a 3 e não diferiram entre si estatisticamente (p > 0,05). Segundo Kubitzka (2011), esses valores são considerados altos e inadequados para a tilapicultura. Todavia, a comparação entre cará e tilápia é equivocada, apesar de ambos pertencerem à mesma família. A tilápia é o principal peixe produzido no Brasil e dispõe de linhagens melhoradas geneticamente e ração específica. Já o cará não é cultivado comercialmente e não tem linhagens adaptadas às condições de cultivo ou uma ração específica e nutricionalmente balanceada.

Amaral Júnior *et al.* (2011), comparando a taxa de crescimento do cará com a da tilápia em tanques circulares (densidade de 5 peixes m<sup>-3</sup>), obtiveram valores de conversão alimentar próximos a 6,0 para o cará. Todavia, tais autores relataram que não houve uma

boa aceitação da ração por esses peixes, o que, aliado às baixas temperaturas obtidas em alguns meses (~17 °C), pode ter influenciado esse resultado. No presente estudo houve ampla aceitação da ração fornecida (inclusive nas primeiras horas após a captura) e as temperaturas foram mantidas próximas a 25 °C, o que pode explicar tais diferenças na conversão alimentar entre esses dois estudos com o cará.

Fatores como ganho de peso diário, consumo de alimento e conversão alimentar estão intimamente associados à temperatura da água e, diretamente, ao metabolismo dos peixes (Piedras; Moraes & Pouey, 2004). Oliveira *et al.* (2013), em um trabalho no qual avaliaram o efeito da temperatura e da taxa de alimentação sob os parâmetros de crescimento para o robalo-peva (*Centropomus parallelus*), obtiveram melhores índices de conversão alimentar nos peixes mantidos a 28 °C em comparação com o tratamento a 25 °C, indicando melhora na ingestão e no aproveitamento da dieta, conforme acréscimo da temperatura. Já para juvenis de jundiá (*Rhamdia quelen*), Piedras, Moraes e Pouey (2004) encontraram os melhores resultados de crescimento e conversão alimentar para a temperatura de 23 °C comparada às temperaturas de 20 °C e 26 °C. É necessário determinar a temperatura ótima de cultivo para o cará, a fim de obter o melhor aproveitamento dos nutrientes pela espécie.

Os índices organossomáticos não apresentaram diferença estatística para o índice gonadossomático, o índice esplenossomático, a gordura visceral e o rendimento de carcaça, o que demonstrou não ter ocorrido influência das densidades sob tais parâmetros. Já o índice hepatossomático foi superior no tratamento com 180 peixes m<sup>-3</sup> comparado ao tratamento com 100 peixes m<sup>-3</sup>. O fígado dos peixes pode estocar diferentes níveis de gordura e glicogênio, influenciando assim seu peso e, conseqüentemente, a relação hepatossomática. Tal variação pode ocorrer no período reprodutivo, devido ao transporte de material do fígado às gônadas, pelo tipo de alimento ingerido, ou como reação a alguma infecção ou parasita (Tavares-Dias *et al.*, 2000). Segundo Barton, Morgan e Vijayan (2002), a redução nos índices organossomáticos pode ser considerada uma forma secundária de avaliar o estresse de um determinado indivíduo, pois ocorre o desvio da energia de determinado órgão para combater um agente estressor, reduzindo, assim, o seu tamanho e conseqüente proporção. Essa condição pode explicar os menores valores desse índice no tratamento com 100 peixes m<sup>-3</sup> (apenas 5 indivíduos), corroborando também com os piores resultados de CA e TCE obtidos nesse tratamento. Esses resultados podem estar relacionados com a dominância hierárquica comum em ciclídeos e os ataques reportados nos tratamentos com menores densidades.

A relação peso-comprimento pode ser utilizada para estimar o peso de um peixe quando seu comprimento for conhecido e vice-versa (Le Cren, 1951; Oscoz; Campos & Escala, 2005), sendo uma importante ferramenta para estudos de biologia pesqueira e aquicultura (Santos & Velasco, 2017; Santos; Santoro & Chelott, 2017). O coeficiente alométrico estimado para todos os tratamentos ao final do experimento esteve significativamente abaixo ( $p < 0,05$ ) do valor padrão de 3,0, o que indica um crescimento do tipo alométrico negativo (Le Cren, 1951). Esses valores indicam que esses animais apresentam um crescimento no comprimento maior que o ganho de peso proporcional. Resultados similares para esse índice foram reportados por Santos, Santos e Araújo (2004) para uma população de carás em um reservatório oligotrófico, sendo 2,836 para machos e 2,851 para fêmeas.

O fator de condição relativo (Kn) permite comparar indivíduos da mesma espécie sob condições ambientais distintas e indica o grau de higidez ou bem-estar dos animais

(Tavares-Dias *et al.*, 2008; Salaro *et al.*, 2015). No presente estudo, todos os Kn foram estatisticamente iguais a 1, resultados que indicam boas condições de hígidez nos peixes após o período de cultivo em sistema de recirculação.

A qualidade de água durante o experimento apresentou valores adequados para a espécie. O oxigênio dissolvido manteve-se durante todo o período experimental acima da faixa ideal para tilápias ( $OD > 4 \text{ mg/L}$ ) (Kubitza, 2011). Já a temperatura manteve-se dentro da faixa tolerável para o cará, entre  $18 \text{ }^\circ\text{C}$  e  $32 \text{ }^\circ\text{C}$  (Rantin & Petersen, 1985). O pH médio registrado ficou dentro do aceitável para o cará, com valores entre 6,8 e 7,2 (Amaral Júnior *et al.*, 2011). Valores de alcalinidade acima de  $20 \text{ mg L}^{-1}$  de  $\text{CaCO}_3$  são considerados favoráveis para a aquicultura (Cavalcante & Sá, 2010), considerando-se a água doce como ambiente de cultivo. Rojas e Rocha (2004), testando diferentes níveis de alcalinidade para larvas de *Oreochromis niloticus* em aquários com água doce, obtiveram melhores taxas de crescimento e alto índice de sobrevivência com os valores de  $32,58 \text{ mg de CaCO}_3 \text{ L}^{-1}$ , concentração próxima à quantificada no presente estudo, em todos os tratamentos. Os compostos nitrogenados também se mantiveram abaixo do prejudicial para peixes de água doce (Kubitza, 2011) durante todo o período experimental. O acúmulo do fósforo no sistema foi proporcional à quantidade de ração ofertada, uma vez que esta era a única fonte daquele elemento. Apesar de o sistema de tratamento não conseguir retirar esse elemento da água, as concentrações não atingiram níveis prejudiciais aos peixes (Cagol *et al.*, 2016).

## CONCLUSÃO

Os resultados deste trabalho mostram que o aumento da densidade no cultivo do cará até  $180 \text{ peixes m}^{-3}$ , em sistema de recirculação de água, não prejudica seu desempenho zootécnico. Com esses resultados, sugere-se que esse peixe pode ser estocado em altas densidades, fator de suma importância para a determinação do potencial de uma nova espécie para a aquicultura. Por se tratar de uma espécie nativa, possíveis impactos ao meio ambiente são menores. Todavia, novos estudos avaliando densidades ainda maiores em outros sistemas de cultivo e com outras variáveis ambientais, como temperatura, devem ser realizados com essa espécie.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abelha, M.C.F. & Goulart, E. Oportunismo trófico de *Geophagus brasiliensis* (Quoy & Gaimard, 1824) (Osteichthyes, Cichlidae) no reservatório de Capivari, estado do Paraná, Brasil. *Acta Scientiarum*, v. 26, n. 1, p. 37-45, 2004. <https://doi.org/10.4025/actascibiolsoci.v26i1.1657>.
- Alves, C.; Corrêa, F.; Barger, A.; Fernandes, J.P.L.O. & Piedras, S.R.N.P. Ictiofauna capturada por pescadores artesanais na Lagoa Pequena – Região estuarina da Lagoa dos Patos, RS. *Biotemas*, v. 22, n. 3, p. 229-234, 2009. <https://doi.org/10.5007/2175-7925.2009v22n3p229>.
- Amaral Junior, H.; Netto, J.R.A.; Garcia, S. & de Mello, G.L. Pesquisa de comparação entre a taxa de crescimento do acará *Geophagus brasiliensis* e a tilápia *Oreochromis niloticus* em condições de monocultivo intensivo utilizando ração e alimento vivo. *Rev. Electrón. Vet.*, v. 12, n. 9, p. 1-22, 2011. <https://www.redalyc.org/pdf/636/63621919003.pdf>.

Aragón-Flores, E.A.; Valdez-Hernández, E.F.; Martínez-Cárdenas, L.; Castañeda-Chávez, M.R.; Gonzales-Díaz, A.A.; Soria-Barreto, M. & Peña-Messina, E. Effect of stocking density on growth, survival, and condition of the Mexican Cichlid *Cichlasoma beani*. *J. World Aquac. Soc.*, v. 45, p. 447-453, 2014. <https://doi.org/10.1111/jwas.12136>.

Araújo, A.S.; de Oliveira, J.C.S.; Barros, N.H.C.; Yamamoto, M.E. & Chellappa, S. Dinâmica do comportamento territorial de *Crenicichla menezesi* (Osteichthyes: Perciformes: Cichlidae). *Biota Amazôn.*, v. 4, n. 1, p. 37-44, 2014. <http://dx.doi.org/10.18561/2179-5746/biotaamazonia.v4n1p37-44>.

Argolo, L.A.; López-Fernández, H.; Batalha-Filho, H. & de Mello Affonso, P.R.A. Unraveling the systematics and evolution of the *Geophagus brasiliensis* (Cichliformes: Cichlidae) species complex. *Mol. Phylogenetics Evol.*, 150, 106855, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2020.106855>.

Baldisserotto, B. & Gomes, L.C. (org.). *Espécies nativas para piscicultura no Brasil*. 2 ed., Santa Maria: Editora UFSM, 608 p., 2018.

Barcellos, L.G.; Nicolaiewsky, S.; De Souza, S.G. & Lulhier, F. The effects of stocking density and social interaction on acute stress response in Nile tilapia *Oreochromis niloticus* (L.) fingerlings. *Aquac. Res.*, v. 30, p. 887-892, 1999. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2109.1999.00419.x>.

Barton, B.A.; Morgan, J.D. & Vijayan, M.M. Physiological and condition-related indicators of environmental stress in fish, p. 111-148, in Adams, S.M. (ed.), *Biological indicators of aquatic ecosystem stress*. American Fisheries Society, 656 p., Bethesda, 2002.

Bizerril, C.R.S.F. & Primo, P.B.S. *Peixes de águas interiores do estado do Rio de Janeiro*. Rio de Janeiro: Fundação de Estudos do Mar, 417 p., 2001. Disponível em: [http://www.pick-upau.org.br/mundo/panorama\\_aguas\\_rj/05\\_peixes\\_aguas\\_interiores.pdf](http://www.pick-upau.org.br/mundo/panorama_aguas_rj/05_peixes_aguas_interiores.pdf).

Brandão, F.R.; Gomes, L.C.; Chagas, E.C. & Araújo, L.D. Densidade de estocagem de juvenis de tambaqui durante a recria em tanques-rede. *Pesq. Agropec. Bras.*, v. 39, p. 357-362, 2004. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2004000400009>.

Cacho, M.D.S.R.; Chellappa, S. & Yamamoto, M.E. Reproductive success and female preference in the amazonian cichlid angel fish, *Pterophyllum scalare* (Lichtenstein, 1823). *Neotrop. Ichthyol.*, v. 4, n. 1, p. 87-91, 2006. <https://doi.org/10.1590/S1679-62252006000100009>.

Cagol, L.; Zadinelo, I.V.; Baldan, L.T.; Ballester, E.L.C.; Pontes, T.C. & dos Santos, L. D. Concentrações letais de fósforo na água para tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Acta Iguazu*, v. 5, n. 3, p. 71-82, 2016. <http://saber.unioeste.br/index.php/actaiguazu/article/view/15847/10756>.

Cavalcante, D.D.H. & Sá, M.V.D.C. Efeito da fotossíntese na alcalinidade da água de cultivo da tilápia do Nilo. *Rev. Ciênc. Agron.*, v. 41, n. 1, p. 67-72, 2010. <https://doi.org/10.5935/1806-6690.20100009>.

Conrad, J.L.; Weinersmith, K.L.; Brodin, T.; Saltz, J.B. & Sih, A. Behavioural syndromes in fishes: a review with implications for ecology and fisheries management. *J. Fish Biol.*, v. 78, n. 2, p. 395-435, 2011. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2010.02874.x>.

El-Sayed, A. Effects of stocking density and feeding levels on growth and feed efficiency of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* fry. *Aquac. Res.*, v. 33, p. 621-626, 2002. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2109.2002.00700.x>.

Gomes, L.C.; Baldisserotto, B. & Senhorini, J.A. Effect of stocking density on water quality, survival, and growth of larvae of matrinxã, *Brycon cephalus* (Characidae), in ponds. *Aquac.*, v. 183, p. 73-81, 2002. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(99\)00288-4](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(99)00288-4).

Gurgel, L.L.; Verani, J.R.; Câmara, F.R.A.; Barros, N.H.C. & Chellappa, S. Ecologia reprodutiva de *Cichlasoma orientale* (Osteichthyes: Cichlidae), um peixe endêmico do semiárido brasileiro. *Biota Amazônia*, v. 1, p. 41-51, 2011. <http://dx.doi.org/10.18561/2179-5746/biota-amazonia.v1n2p36-44>.

IBGE. *Produção da Pecuária Municipal 2018*. Rio de Janeiro: IBGE, v. 46, p. 1-8, 2019.

Iguchi, K.; Ogawa, K.; Nagae, M. & Ito, F. The influence of rearing density on stress response and disease susceptibility of ayu (*Plecoglossus altivelis*). *Aquac.*, v. 202, p. 515-523, 2003. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(02\)00626-9](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(02)00626-9).

Kubitza, F. Tilápia: tecnologia e planejamento na produção comercial. *Acqua Supre Com. Suprim. Aquicultura*, Jundiaí, 316 p., 2011.

Le Cren, E.D. The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the perch (*Perca fluviatilis*). *J. Anim. Ecol.*, p. 201-219, 1951. <http://dx.doi.org/10.2307/1540>.

Martins, C.I.M.; Eding, E.H.; Verdegem, M.C.; Heinsbroek, L.T.; Schneider, O.; Blancheton, J.P. & Verreth, J.A.J. New developments in recirculating aquaculture systems in Europe: a perspective on environmental sustainability. *Aquac. Eng.*, v. 43, n. 3, p. 83-93, 2010. <https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2010.09.002>.

Moraes, M.F.P.G.; Barbola, I.D.F. & Duboc, L.F. Feeding habits and morphometry of digestive tracts of *Geophagus brasiliensis* (Osteichthyes, Cichlidae), in a lagoon of high Tibagi River, Paraná State, Brazil. *Publ UEPG Ci Biol. Saúde*, v. 10, n. 1, p. 37-45, 2004. <https://doi.org/10.5212/publicatio%20uepg.v10i1.380>.

Oliveira, F.A. *Taxas e intervalos de alimentação na produção de tilápia em tanque-rede com dispensador automático de ração*. Dissertação de mestrado, Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, 73 p., Botucatu, 2007. <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/95288>.

Oliveira, L.A.A.G.; Almeida, A.M.; Pandolfo, P.S.V.; de Souza, R.M.; Fernandes, L.F. L. & Gomes, L.C. Crescimento e produtividade de juvenis de robalo-peva a diferentes temperaturas e taxas de alimentação. *Pesqui. Agropecu. Bras.*, v. 48, n. 8, p. 857-862, 2013. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2013000800007>.

Oscoz, J.; Campos, F. & Escala, M.C. Weight-length relationships of some fish species of the Iberian Peninsula. *J. Appl. Ichthyol.*, v. 21, n. 1, p.73-74, 2005. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0426.2004.00587.x>.

Piedras, S.; Moraes, P. & Pouey, J. Crescimento de juvenis de jundiá (*Rhamdia quelen*), de acordo com a temperatura da água. *Bol. Inst. Pesca*, v. 30, n. 2, p. 177-182, 2004. [https://www.pesca.sp.gov.br/boletim/index.php/bip/article/view/piedras30\\_2](https://www.pesca.sp.gov.br/boletim/index.php/bip/article/view/piedras30_2).

- Primavera, J.H. Overcoming the impacts of aquaculture on the coastal zone. *Ocean Coast. Manage.*, v. 49, n. 9-10, p. 531-545, 2006. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2006.06.018>.
- Rantin, F.T. & Petersen, J.A. Thermal tolerance of South American cichlid, *Geophagus brasiliensis*. *Rev. Hydrobiol. Trop.*, v. 18, n. 3, p. 221-226, 1985.
- Rocha, R.S.; Pelegrini, L.S.; Camargo, A.D.A.; Abdallah, V.D. & Azevedo, R.K.D. *Sphincterodiplostomum musculosum* (Digenea, Diplostomidae) in *Geophagus brasiliensis* (Perciformes, Cichlidae) collected in a lake at Dois Córregos, São Paulo, Brazil. *Ciênc. Rural*, v. 45, n. 12, p. 2223-2228, 2015. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20141493>.
- Reis, R.E.; Kullander, S.O. & Ferraris, C.J. *Checklist of the freshwater fishes of South and Central América*, Porto Alegre: EDIPUCRS, 729 p., 2003.
- Rojas, N.E.T. & Rocha, O. Influência da alcalinidade da água sobre o crescimento de larvas de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1758, Perciformes, Cichlidae). *Acta Sci., Biol. Sci.*, v. 26, n. 2, p. 163-167, 2004. <https://doi.org/10.4025/actasciobiolsci.v26i2.1630>.
- Salaro, A.L.; Campelo, D.A.V.; Pontes, M.D.; Miranda, L.T.V.; de Oliveira, K.R.B. & Luz, R.K. Relação peso/comprimento e fator de condição de juvenis de *Hoplias lacerdae* em duas densidades de estocagem. *Rev. Bras. Eng. Pesca*, v. 8, n. 1, p. 1-10, 2015. <https://doi.org/10.18817/repesca.v8i1.1073>.
- Santos, A.F.G.N.D.; Santos, L.N.D. & Araújo, F.G. Water level influences on body condition of *Geophagus brasiliensis* (Perciformes: Cichlidae) in a Brazilian oligotrophic reservoir. *Neotrop. Ichthyol.*, v. 2, n. 3, p. 151-156, 2004. <https://doi.org/10.1590/S1679-62252004000300007>.
- Santos, P.R.S. & Velasco, G. Morphometric relationships of *Pogonias cromis* (Teleostei, Sciaenidae) in southern Brazil. *ActaFish*, v. 5, p. 4, 2017. <https://doi.org/10.2312/Actafish.2017.5.3.iv-vi>.
- Santos, P.R.S.; Santoro, P. & Chelott, L.D. Length-weight relationship of the Spinner shark (*Carcharhinus brevipinna*) on the continental shelf southern Brazil. *Arq. Ciên. Mar*, v. 50, p. 133, 2017. <https://doi.org/10.32360/acmar.v50i2.31153>.
- Suresh, A.V. & Lin, C.K. Effect of stocking density on water quality and production of red tilapia in a recirculated water system. *Aquac. Eng.*, v. 11, n. 1, p. 1-22, 1992. [https://doi.org/10.1016/0144-8609\(92\)90017-R](https://doi.org/10.1016/0144-8609(92)90017-R).
- Tavares-Dias, M.; Martins, M.L.; Moraes, F.R. & Kronka, S.N. Fator de condição e relação hepato e esplenossomática em teleósteos de água doce naturalmente parasitados. *Acta Scientiarum*, v. 22, n. 2, p. 533-537, 2000. <https://doi.org/10.4025/actasciobiolsci.v22i0.2944>.
- Tavares-Dias, M.; Marcon, J.L.; Lemos, J.R.; Fim, J.D.; Affonso, E.G. & Ono, E.A. Índices de condição corporal em juvenis de *Brycon amazonicus* (SPIX & AGASSIZ, 1829) e *Colossomoma macropomum* (CUVIER, 1818) na Amazônia. *Bol. Inst. Pesca*, v. 34, n. 2, p. 197-204, 2008. <https://www.pesca.sp.gov.br/boletim/index.php/bip/article/view/786>.
- Vono, V. & Barbosa, F.A. Habitats and littoral zone fish community structure of two natural lakes in southeast Brazil. *Environ. Biol. Fish*, v. 61, n. 4, p. 371-379, 2001. <https://doi.org/10.1023/A:1011628102125>.