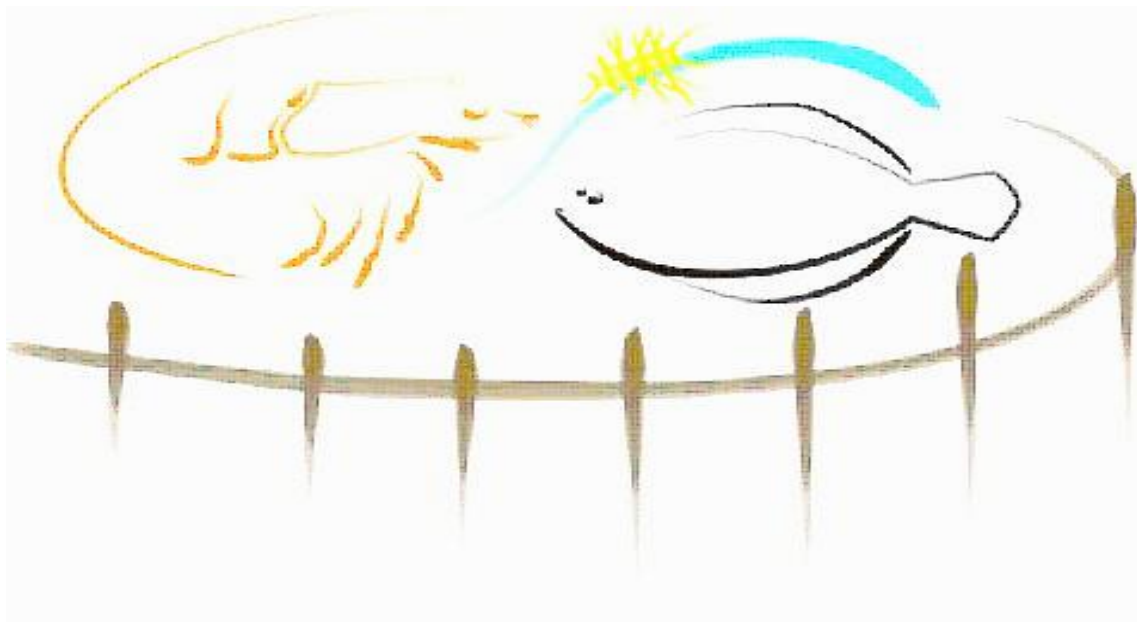


UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE – FURG  
INSTITUTO DE OCEANOGRAFIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA



**Viabilidade do controle biológico do caramujo *Pomacea canaliculata* (Lamarck 1822),  
pelo Cará *Geophagus brasiliensis* (Quoy & Gaimard 1824) sob influência da  
temperatura**

Ariany Rabello da Silva

Rio Grande, RS  
2013

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE – FURG  
INSTITUTO DE OCEANOGRAFIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA**

**Viabilidade do controle biológico do caramujo *Pomacea canaliculata*  
(Lamarck 1822), pelo Cará *Geophagus brasiliensis* (Quoy & Gaimard 1824)  
sob influência da temperatura**

Aluna: Ariany Rabello da Silva

Orientador: Prof. Dr. Mario Roberto Chim Figueiredo

Dissertação apresentada como parte dos requisitos  
para obtenção do grau de mestre em Aquicultura  
no Programa de Pós Graduação em Aquicultura  
da Universidade Federal do Rio Grande

Rio Grande, RS

Julho de 2013

# ATA DE APROVAÇÃO

## ÍNDICE

<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	<b>v</b>
<b>AGRADECIMENTOS</b> .....	<b>vii</b>
<b>RESUMO GERAL</b> .....	<b>viii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>ix</b>
<b>1. INTRODUÇÃO GERAL</b> .....	<b>10</b>
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	<b>15</b>
<b>3. LITERATURA CITADA</b> .....	<b>16</b>
<b>CAPÍTULO I</b> .....	<b>20</b>
<b>RESUMO</b> .....	<b>21</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>22</b>
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>22</b>
<b>2. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>25</b>
<i>2.1 Localização</i> .....	<i>25</i>
<i>2.2 Obtenção e manutenção dos organismos</i> .....	<i>25</i>
2.2.1 Peixes .....	25
2.2.2 Caramujos .....	26
<i>2.3 Monitoramento das variáveis abióticas</i> .....	<i>27</i>
<i>2.4 Delineamento experimental</i> .....	<i>27</i>
<i>2.5 Análise Proximal</i> .....	<i>28</i>
<i>2.6 Análise Estatística</i> .....	<i>29</i>
<b>3. RESULTADOS</b> .....	<b>30</b>
<b>4. DISCUSSÃO</b> .....	<b>31</b>

<b>5. CONCLUSÃO</b> .....	<b>33</b>
<b>6. LITERATURA CITADA</b> .....	<b>33</b>
<b>CAPÍTULO II</b> .....	<b>37</b>
<b>RESUMO</b> .....	<b>38</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>39</b>
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>40</b>
<b>2. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>43</b>
2.1 <i>Localização</i> .....	43
2.2 <i>Obtenção e manutenção dos organismos</i> .....	43
2.2.1 Peixes.....	43
2.2.2 Caramujos.....	44
2.3 <i>Monitoramento de variáveis abióticas</i> .....	45
2.4 <i>Delineamento experimental</i> .....	45
2.5 <i>Avaliação do diâmetro da cavidade bucal dos Geophagus brasiliensis</i> .....	47
2.6 <i>Composição Proximal da Pomacea canaliculata</i> .....	47
2.7 <i>Análise Estatística</i> .....	48
<b>3. RESULTADOS</b> .....	<b>48</b>
<b>4. DISCUSSÃO</b> .....	<b>50</b>
<b>5. CONCLUSÕES</b> .....	<b>52</b>
<b>6. LITERATURA CITADA</b> .....	<b>52</b>
<b>7. CONCLUSÃO GERAL</b> .....	<b>56</b>

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Concha característica de uma <i>Pomacea canaliculata</i> adulta.....	11
<b>Figura 2:</b> Desova de <i>Pomacea canaliculata</i> .....	11
<b>Figura 3:</b> Gavião caramujeiro <i>Rosthramus sociabilis</i> juvenil (Por Cláudio Timm). .....	12
<b>Figura 4:</b> <i>Geophagus brasiliensis</i> , Cará, aCará ou papa-terra.....	14
<b>Figura 5:</b> <i>Pomacea canaliculata</i> .....	23
<b>Figura 6:</b> Aquecedores individuais com termostatos colocados nos tanques.....	28
<b>Figura 7:</b> Análise Proximal para os dois métodos com <i>Pomacea canaliculata</i> . (A) Pesagem de caramujos em balança de precisão; (B) Caramujos, inteiros e triturados; (C) Caramujo triturado úmido .....	29
<b>Figura 8:</b> Índice de Predação (IP) do Cará <i>Geophagus brasiliensis</i> sobre o caramujo <i>P. canaliculata</i> em diferentes temperaturas (°C). As barras verticais representam os Desvios Padrões e os valores são as médias de IP, comparadas pelo Teste de Tukey ( $P<0,05$ ).....	30
<b>Figura 9:</b> Carás estocados em tanques com volume útil de 200 L, em sala climatizada durante período de aclimação .....	44
<b>Figura 10:</b> Biometria do caramujo <i>Pomacea canaliculata</i> com paquímetro digital .....	45
<b>Figura 11:</b> Unidade experimental estruturada com tanques de fibrocimento.....	46
<b>Figura 12:</b> Índice de Predação (IP) do Cará <i>Geophagus brasiliensis</i> sobre o caramujo <i>P. canaliculata</i> em diferentes classes de tamanho: 1 = até 3 mm; 2 = de 3 a 5 mm; 3 = de 6 a 8 mm; 4 = de 9 a 11 mm; e 5 = de 12 a 14 mm ...	49
<b>Tabela 1 -</b> Composição Proximal (em matéria seca) dos caramujos <i>P. Canaliculata</i> .....	31
<b>Tabela I -</b> Correlações entre os parâmetros comprimento total do corpo, peso vivo, diâmetro da boca, dos <i>Geophagus brasiliensis</i> e parâmetros índice de predação e comprimento da <i>P. canaliculata</i> .....	49
<b>Tabela II -</b> Composição Proximal (em matéria seca) dos caramujos <i>P. canaliculata</i> servidos como alimento para o Cará <i>G. brasiliensis</i> .....	50

## DEDICATÓRIA

*A Deus,  
Por me fazer enxergar  
Tantas flores dentre as rochas;  
Aos meus pais Estelina e Antônio,  
Pela credibilidade incondicional;  
À minha avó Nathalina (in memorian), que  
mesmo nunca tendo a oportunidade de estudar  
Foi uma grande incentivadora na vida estudantil  
De seus filhos, netos, e todos os queridos;  
Aos amados amigos, que  
São capaz de sorrir  
Com meu sorriso.*

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Professor e amigo Dr. Mário Roberto Chim Figueiredo, pela orientação, paciência e compreensão em muitos momentos.

À todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Aquicultura, funcionários, e ao coordenador Professor Dr. Luís André Nassr de Sampaio, ao ex-coordenador Professor Dr. Wilson Wasielesky Jr<sup>o</sup>, que junto aos vice-coordenadores, estiveram com as portas abertas para instruir-me sempre, sendo providenciais na minha formação.

Ao Professor Dr. Carlos Prentice Hernandez e à equipe de técnicos do Laboratório de Tecnologia de Alimentos (LTA), pela contribuição nas análises das Pomaceas.

À toda equipe do Laboratório de Aquicultura Continental (LAC - Saco do Justino) pela imensa cooperação e amizade (que seja duradoura!) e por, voluntariamente, não me deixarem só. Aos estagiários e companheiros do Curso Técnico à distância em Aquicultura e Pesca (Fernanda e José), Instituto Federal do Paraná/EAD e ao estagiário Abdel Handen (FURG).

À FEPAGRO, pela parceria que proporcionou condições de uso da área para realização do trabalho e às agências de fomento (CAPES e FAURG) pelo apoio financeiro durante o mestrado.

Ao mestrando Rafael Soriani Medeiros, funcionário Anderson, e amigo Getúlio, pela enorme ajuda na captura dos animais.

Às mestrandas Bruna Correa e Kamila Santos, Mestres Joaquim Ribeiro (Joca) e Adriana Salgado (Shaquira), doutorandas Clívea Martins (FURG) e Talita Bonaparte (UERJ), pós-graduando Eduardo Liebl (FURG) e ao Dr. Dariano Krummenauer, pela disponibilidade e por todo apoio amigo.

Aos queridos do Alojamento da Estação Marinha de Aquicultura, pela receptividade e amizade que perdurou ao longo deste período; aos demais amigos e familiares que mesmo estando distribuídos por todo o Brasil mantiveram-se companheiros bem presentes através da tecnologia dos meios de comunicação, dos sentimentos e das orações nesta minha etapa.



## RESUMO GERAL

No extremo sul do Brasil o cultivo do arroz é realizado mediante a inundação da lavoura. A tecnologia do plantio de arroz pré-germinado propiciou aumento da ocorrência de pragas como caramujos *Pomacea canaliculata*, e seu principal predador natural, o gavião-caramujeiro *Rosthramus sociabilis*, tem sido insuficiente para o controle. Uma alternativa seria o consórcio entre o arroz e o peixe, utilizando o Cará *Geophagus brasiliensis* para o controle biológico da praga. Na etapa I do experimento o objetivo foi avaliar a predação de *P. canaliculata* pelo *G. brasiliensis* em diferentes temperaturas da água (18, 22, 26, 30 e 34°C), e na etapa II, avaliar a predação em diferentes classes de tamanho do caramujo (conchas com até 3 mm; 3 - 5 mm; 6 - 8 mm; 9 - 11 mm e 12 - 14 mm), com água na temperatura de 26 °C. Foram utilizados 15 tanques de fibrocimento (45 L), em delineamento inteiramente casualizado, com três repetições. Os caramujos (n = 32 por tanque) foram ofertados a Carás juvenis (n = 4 por tanque), por 18 h, contando-se os caramujos restantes. O índice de predação (IP) foi calculado pela relação entre indivíduos predados e indivíduos oferecidos aos peixes. Na etapa I os caramujos (até 3 mm) foram distribuídos aos Carás nos tanques com água nas temperaturas referidas. Entre as temperaturas de 18 e 22°C houve diferença significativa no índice de predação (IP), o mesmo se verificando entre 22 e 26°C. Contudo, o IP não variou significativamente entre as temperaturas 26, 30 e 34°C. Foi analisada a composição proximal dos caramujos na forma como se encontravam na água de cultivo (SL) e previamente lavados (CL), constatando-se que são ricos em cinzas (aprox. 70%), possuem baixo teor de gordura (o material aderido à concha mais gordura do que o caramujo: SL = 3,17 contra CL = 0,97%). Na etapa II foi medido o diâmetro bucal dos Carás (n= 23) e calculadas as correlações entre este valor (média 10.36 ± 1.33 mm), os dados biométricos dos peixes (peso vivo, comprimento total) e o IP, constatando-se que o diâmetro bucal aumenta com o crescimento do peixe e que este fator limita o tamanho dos caramujos predados (conchas <10 mm neste experimento). Conclui-se que os Carás predam eficientemente os caramujos em temperatura a partir de 26°C, muito próxima da temperatura da água na lavoura do arroz na época do plantio, e que esses peixes são predadores eficientes desse gastrópode nas classes iniciais de tamanho. **Palavras-chave:** piscicultura, pragas, predação, rizipiscicultura

## **ABSTRACT**

In southern Brazil the rice cultivation is done by flooding the fields, providing increased occurrence of pests like snails *Pomacea canaliculata*, since their natural predator, the hawk snail *Rosthramus sociabilis* has been inefficient controller. An alternative would be the consortium between the rice and fish using Cará *Geophagus brasiliensis* as an agent of biological control. In step I of the experiment, the objective was to evaluate the predation of *P. canaliculata* by *G. brasiliensis* with different water temperatures (18, 22, 26, 30 and 34°C) and in step II, to evaluate predation at different size classes of the snail (up to 3 mm, 3 - 5 mm, 6 - 8 mm, 9 - 11 mm and 12 - 14 mm) at 26°C. Steps were used in 15 cement tanks (45 L) in a completely randomized design with three replications. The snails (n = 32 per tank) were offered to the Cará (n = 4 per tank), counting the remaining snails. The predation index (IP) was calculated as the ratio between individuals predated and individuals offered to fishes. In step I, the snails were selected (up to 3 mm) and submitted to Cará's predation in tanks with water at the experimental temperatures. There was significant difference between the IP at 18 and 22 °C, the some between 22 and 26°C. However, the IP didn't vary significantly between the temperatures 26, 30 and 34°C. The proximal composition of the snails as meeting into the water (SL) and previously washed (CL) showed that they are rich in ash (around 70%), have a low fatty content (the material added to the shell had more fatty than the snails: SL = 3.17 against CL = 0.97). In the step II, Diameter of the mouth of the Cará (n = 23) was measured and calculated the correlation between this value (mean  $10.36 \pm 1.33$  mm), the fishes' biometric data (body weight, total length) and IP, observing than mouth diameter increases according the growing of the fish and that this factor limit the size of the snail predated (shell < 10 mm, in this experiment). We conclude that Cará will prey efficiently snails at temperature over 26°C, very similar to the water temperature during the planting rice and that these fishes are efficient predator of these gastropod in the early stages of growth of their shell.

**Keywords:** fish farming, pests, predation, rice-fish culture

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

O arroz irrigado é uma das principais atividades econômicas do Rio Grande do Sul, contribuindo com cerca de 67% da safra brasileira do grão 2011/2012 (IBGE 2012), cultivado em aproximadamente 1,17 milhões de hectares. Esta produção representa 2,27% do PIB (Produto Interno Bruto) e gera R\$ 5 bilhões em ICMS (Imposto para Circulação de Mercadorias e Serviços) (IRGA 2012) e 250 mil empregos no estado (Azambuja *et al.* 2005).

O cultivo do arroz no Sul do Brasil se faz com a inundação da lavoura. Esse tipo de inundação resulta no aumento da ocorrência de pragas, que, pelo potencial de causarem dano econômico, exigem medidas de controle químico, podendo afetar a sustentabilidade da biodiversidade, elevando os custos e potencializando a contaminação do ambiente. Entre as principais pragas pode-se citar a bicheira-da-raiz (*Oryzophagus oryzae*), percevejos (*Oebalus poecilus*, *Tibraca limbativentris*) e caramujos (*Pomacea sp*) (Magalhães Jr *et al.* 2005).

O sucesso generalizado de *Pomacea canaliculata* (Lamarck, 1822) (Gastropoda, Ampullariidae) como uma espécie invasora tem sido atribuído à sua ampla gama presumível nativa, a partir da Província de Buenos Aires, Argentina, para o norte, através do Paraguai, Uruguai, Bolívia e Brasil (Hylton Scott 1958; Cowie & Thiengo, 2003), sugerindo grandes tolerâncias fisiológicas (Cazzaniga, 2002). No entanto, *P. canaliculata* pode realmente ser restrito à Argentina, Paraguai, Uruguai e, talvez, extremo sul do Brasil (Hayes *et al.* 2008).

*Pomacea canaliculata* apresenta uma concha grande, arredondada, de cor castanho claro, com listras marrons (Figura 1), e possui elevada capacidade de reprodução. A oviposição é feita em pontos não submersos, em caules ou folhas de plantas, moirões e troncos de árvores. Os ovos (Figura 2) ficam aglutinados e aderidos por meio de um líquido gelatinoso transparente expelido pela fêmea. No sul do Brasil, a oviposição ocorre de agosto a abril (Martins *et al.* 2005).

Os caramujos tornaram-se uma praga no arroz irrigado com a adoção da tecnologia de pré-germinado, já que o principal predador natural, gavião caramujeiro *Rosthramus sociabilis* (Vieillot, 1817) (Accipitriforme, Accipitridae) não consegue fazer um controle efetivo da população do molusco (Magalhães *et al.* 2005).

Durante os primeiros dias após o nascimento os caramujos se alimentam de pequenas algas, detritos e resíduos de origem animal e vegetal. Após uma ou

duas semanas, os pequenos caramujos já se alimentam de vegetais superiores (Ghesquieri, 2005). Após a emergência, deslocam-se para os arrozais por meio da água de irrigação, permanecendo vários dias com reduzida alimentação (Petrini *et al.* 2004). Com a semeadura do arroz pré-germinado, passam a se alimentar de plântulas, causando danos significativos à cultura (Martins *et al.* 2005), já que se alimentam dos vegetais tanto durante o dia quanto à noite (Petrini *et al.* 2004).

Segundo Sin (2003) o estrago provocado pelos caramujos com conchas medindo mais que 25 mm sobre as mudas de arroz transplantado chega a 100%.



**Figura 1:** Concha característica de uma *Pomacea canaliculata* adulta. Fonte: Arquivo pessoal.



**Figura 2:** Desova de *Pomacea canaliculata*. Fonte: Arquivo pessoal.

A devastação total também ocorre para o arroz semeado diretamente, com a presença de caramujos que possuam conchas maiores que 10 mm. Tornam-se mais vorazes quando atingem de 20 a 30 mm de altura da concha. Uma população de dez caramujos, em apenas nove dias, pode causar danos superiores a 80% em plântulas com até 180 mm de altura (Gomes *et al.* 2011).

O predador natural dos caramujos é o gavião-caramujeiro *R. sociabilis* (Figura 3), que se alimenta basicamente de *Pomaceas*. Essa ave vive próxima a rios, lagos e banhados. Tem por hábito planar a baixa altura e pousar sobre juncos ou galhos para observar os caramujos e fazer um ataque certeiro. O gavião-caramujeiro possui adaptações morfológicas em seu bico e patas para coleta e consumo desses moluscos. Na lavoura orizícola, ao se preparar o campo para o plantio, prejudica-se os habitats do gavião, uma vez que é retirada toda a vegetação arbórea em que a ave poderia pousar para preparar seu ataque à *Pomacea*. Além disso, a altura das plantas de arroz em maturação dificulta a localização do caramujo e, por conseguinte, a predação dos mesmos pelo gavião-caramujeiro (Silva *et al.* 2005).

Na tentativa de combater pragas, produtores usam indiscriminadamente agrotóxicos, causando a contaminação dos recursos aquáticos (Ramsdorf, 2007). O controle químico não pode ser recomendado devido não existirem produtos registrados no Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento para controle de caramujos na cultura do arroz (Gomes *et al.* 2011).



**Figura 3:** Gavião caramujeiro *Rosthramus sociabilis* juvenil (Por Cláudio Timm).

Fonte: <http://www.flickr.com/groups/neobirds/pool/cdtimm/page3/?view=lg>

A utilização de predadores alternativos como agentes de controle das populações da praga, pode ser feita através do consórcio formado entre o arroz e o peixe, a rizipiscicultura.

No Brasil a rizipiscicultura tem seus primeiros registros no Nordeste, no programa da Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco e do Parnaíba (CODEVASF) e, na Região Sul, no programa “Próvarzeas” do Governo Federal, que objetivava a sistematização de várzeas e sua utilização pela cultura do arroz irrigado (Cotrim *et al.* 2001). A técnica consiste no cultivo consorciado de arroz irrigado e criação de peixes, sem agrotóxicos, reduzindo a mecanização, conservando o meio ambiente e proporcionando aumento de renda por área.

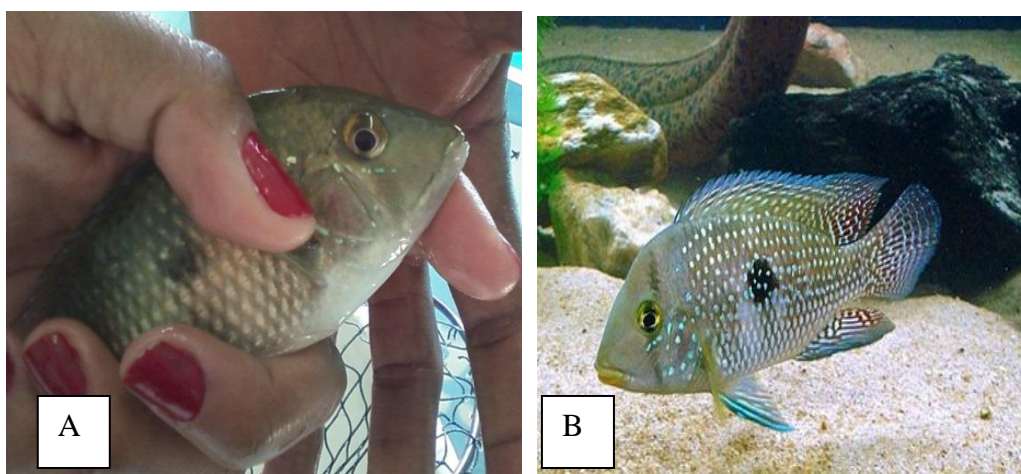
A rizipiscicultura, segundo Cotrim *et al.* (2001), é uma alternativa de redução dos custos da lavoura porque os peixes utilizados devem possuir hábitos alimentares diferenciados para preparar o solo para o próximo plantio, consomem e reciclam a matéria orgânica, além de consumirem insetos, sementes de plantas invasoras entre outras pragas. As carpas são os peixes comumente utilizados na rizipiscicultura (Marchezan *et al.* 2006), cada uma exercendo uma função no consórcio. A Carpa comum *Cyprinus carpio*, que tem o hábito de revolver o solo a procura de insetos, organismos aquáticos e sementes invasoras é, segundo Ichinose *et al.* (2002), utilizada para o controle do molusco na lavoura orizícola. Segundo esses autores o tamanho da concha do molusco é uma limitação à predação pela carpa. Caracóis com conchas maiores que 20 mm não são predados pelos peixes. Estudos indicam que os caracóis vivem durante dois anos nos campos de arroz, conseqüentemente, todos os caracóis, sob influência das carpas, que não foram predados, ficariam grandes e morreriam no segundo ano, resultando na eliminação dos caracóis após dois anos de utilização do método.

Perturbações naturais tendem a gerar heterogeneidade ambiental em escalas temporais e espaciais (Garcia *et al.* 2001; Costa *et al.* 2003), enquanto que trocas ambientais induzidas pelo homem são frequentemente prejudiciais à persistência dos habitats, diversidade e produção biológica (Seeliger *et al.* 2000). O Cará *Geophagus brasiliensis*, popularmente denominado de Cará, aCará ou papa-terra (Figura 4), é um habitante natural de ambientes lênticos, como lagoas de planície de inundação, lagoas costeiras, riachos e lagos da América do Sul, da Bacia Amazônica até o norte da Argentina e Uruguai (Rantin & Petersen, 1985), experimentando diferentes regimes térmicos. Ocupa predominantemente regiões

remansosas, apresentando hábito alimentar detritívoro-iliófago, cuidado parental, atividade diurna, orientação visual (Abelha & Goulart, 2004) com maior movimentação na presença de luz (Kadry & Barreto, 2010). É facilmente encontrado em toda Região Sul do Brasil e se reproduz com facilidade em cativeiro, evidenciando potencial para se adaptar às condições da rizipiscicultura.

Abelha & Goulart (2004) testaram o oportunismo trófico do *G. brasiliensis*, obtendo resultados que indicaram uma dieta onívora. Frutos (sementes) como alimento principal não é usual na dieta de *G. brasiliensis*, que é baseada em detritos, insetos aquáticos, microcrustáceos, invertebrados aquáticos, moluscos e escamas de peixes. Isto comprova o oportunismo trófico da espécie, ou seja, o consumo de uma fonte alimentar não usual na dieta. Este é um fator relevante para o sucesso da espécie na colonização de ambientes alterados, como o que é característico da lavoura do arroz irrigado por inundação.

Moraes *et al.* (2004), observaram que indivíduos *G. brasiliensis* que variam em comprimento de 6,0 a 19,6 cm, compreendendo uma pequena proporção de jovens e de adultos, compartilharam larvas principalmente Ephemeroptera, Odonata, Trichoptera e Gastropoda (itens de um tamanho maior). Adultos medindo de 19,7 a 26,7 cm têm em comum o consumo de grandes quantidades de Gastropoda, Odonata e Ephemeroptera. Porém, ainda que em quantidades inferiores, Carás medindo a partir de 6,1 a 9,4 cm já se alimentam do molusco.



**Figura 4:** *Geophagus brasiliensis*, Cará, Acará ou Papa-terra. Fonte: (A) Arquivo pessoal; (B) <http://www.forumaquario.com.br/portal/acara-topete/>

Dei Tos *et al.* (2010) evidenciaram que nos peixes de água doce da América do Sul, a maior ocorrência das marcas de crescimento se deu em outubro (9,3%), novembro (12,3%) e dezembro (10,8%); meses caracterizados por altas temperaturas, dias mais longos (fotoperíodo) e início das inundações. Entre os principais fatores que promoveram a formação dos anéis de crescimento, relatadas pelos autores, estão as baixas temperaturas e alimentação (12,3%), que por sua vez, reduz a taxa metabólica do peixe influenciando no crescimento.

Garcia *et al.* (2008) verificaram dados referentes a temperatura da água em cidades do Rio Grande Sul de 1996 a 2004. Segundo os autores a temperatura variou de 16 a 28°C no verão, de 17 a 25°C no outono, 14 a 17°C (chegando a 9°C nos meses mais frios) no inverno e 14 a 21°C na primavera.

A importância de predadores e presas na regulação do tamanho, abundância e distribuição de um ou outro já é um princípio central na ecologia marinha (Gilinsky 1984; Hixon & Carr, 1997), com um interesse cada vez maior em um ecossistema baseado na abordagem da gestão dos recursos naturais (Link 2002).

A amplitude bucal de um peixe limita o tamanho máximo da presa que ele pode consumir. Estudos têm demonstrado a importância da abertura da cavidade bucal e tamanho da presa na determinação consumo e da condição e do crescimento subsequente nos primeiros estágios de vida de peixes (Knutsen & Tilseth 1985; Mittelbach & Persson, 1998).

## **2. OBJETIVOS**

O trabalho foi organizado em dois capítulos, cada um com seus objetivos específicos, tendo como objetivo geral a avaliação da possibilidade de utilização do Cará *G. brasiliensis* para o controle biológico do caramujo *P. canaliculata*, em lavouras de arroz pré-germinado.

### Capítulo I:

- a) Avaliar em qual temperatura estabelecida em laboratório há maior estímulo à predação da *P. canaliculata* pelo *G. brasiliensis*;
- b) Analisar a composição proximal do *P. canaliculata*, considerado alimento para *G. brasiliensis*.

### Capítulo II:

- a) Avaliar a eficiência da predação do *G. brasiliensis* sobre a *P. canaliculata*, em diferentes classes de tamanho do caramujo;



b) Correlacionar o diâmetro da cavidade bucal dos peixes com o Índice de Predação (IP) sobre os caramujos.

### 3. LITERATURA CITADA

ABELHA, MCF & E GOULART. 2004. Oportunismo Trófico de *Geophagus brasiliensis* (Quoy & Gaimard, 1824) (Osteichthyes, Cichlidae) no Reservatório de Capivari, Estado do Paraná, Brasil. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, 26(1):37-45.

AZAMBUJA, IH, FJJ VENETTI & AMJ MAGALHÃES. 2005. Importância Econômica, Agrícola e Alimentar do Arroz. Disponível em: <http://www.cpact.embrapa.br/publicacoes/catalogo/tipo/sistemas/arroz/cap01.htm>. Acesso em: 12/mai/2.12.

CAZZANIGA, NJ. 2002. Old species and new concepts in the taxonomy of Pomacea (Gastropoda: Ampullariidae). *Biocell*, 26(1): 71-81.

COSTA, CSB, JC MARANGONI & AMG AZEVEDO. 2003. Plant zonation in irregularly flooded salt marshes: relative importance of stress tolerance and biological interactions. *Journal Ecology*, 5:91.

COTRIM, DS, RGS SACKNIES, LAL VALENTE, PR ROJAHN, RG OLIVEIRA, JCP SEVERO, LA ROJAHN, DR LEAL & VH LARA. 2001. Agricultura Sustentável: Rizipiscicultura - Manual Prático, 27p.

COWIE, RH & THIENGO, SC. 2003. The apple snails of the Americas (Mollusca: Gastropoda: Ampullariidae: *Asolene*, *Felipponea*, *Marisa*, *Pomacea*, *Pomella*): a nomenclatural and type catalog. *Malacologia*, 45:41-100.

DEI TOS, C, LC GOMES, AM AMBRÓSIO & E GOULART. 2010. An overview of freshwater fish aging in South America: the science, biases and future directions. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*. Disponível em: <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=187115378001>. Acesso em: 15/jul/2012.

GARCIA, AM, JP VIEIRA & KO WINEMILLER. 2001. Dynamics of shallow-water fish assemblage of the Patos Lagoon estuary (Brazil) during cold and warm ENSO episodes. *Journal of Fish Biology*, 59:1218-1238.

- GARCIA, LO, CE COPATTI, F WACHHOLZ, W PEREIRA FILHO & B BALDISSEROTTO. 2008. Freshwater temperature in the state of Rio Grande do Sul, Southern Brazil, and its implication for fish culture. *Neotropical Ichthyology*, 6(2):275-281.
- GHESQUIERE, SAI. 2005. Apple Snails. Disponível em: <http://www.applesnail.net/>. Acesso em: 05/abr/2012.
- GILINSKY, E 1984. The role of fish predation and spatial heterogeneity in determining benthic community structure. *Ecology*, 65(2): 455–468.
- GOMES, AS, MAGALHÃES JÚNIOR, AM. 2011. Arroz irrigado no Sul do Brasil. Embrapa Informação Tecnológica. Embrapa Clima Temperado, 387-416.
- HAYES, KA, RC JOSHI, SC THIENGO & RH COWIE. 2008. Out of South América: multiple origins of non-native apple snails in Ásia. *Diversity and Distributions*, 14:701-712.
- HIXON, M, CARR M 1997. Synergistic predation, density dependence, and population regulation in marine fish. *Science* (Washington, D.C.), 277(5328): 946–949.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/>. Acesso em: 19/abr/2013.
- ICHINOSE, K, N TOCHIHARA, T WADA, N SUGUIURA & Y YUSA. 2002. Influence of common carp on apple snail in a rice field evaluated by a predator-prey logistic model. *International Journal of Pest Management*, 48, 2: 33-138.
- IRGA - Instituto Rio Grandense do Arroz. Informações & Mercado. Disponível em: <http://www.irga.rs.gov.br/>. Acesso em: 10/abr/2013.
- KADRY, VO & RE BARRETO. 2010. Environmental enrichment reduces aggression of pearl cichlid, *Geophagus brasiliensis*, during resident-intruder interactions. *Neotropical ichthyology*, 8(2):329-332.
- KNUTSEN G, TILSETH S 1985. Growth, development, and feeding success of Atlantic cod larvae *Gadus morhua* related to egg size. *Transactions of the American Fisheries Society*, 114(4): 507-511
- LINK, JS 2002. What does ecosystem-based fisheries management mean? *Fisheries* (Bethesda, Md.), 27(4): 18–21.

- MAGALHÃES, AMJ, AS GOMES & AB SANTOS. 2005. Sistema de Cultivo de Arroz Irrigado no Brasil, *EMBRAPA*, 3, 270p.
- MARCHEZAN, E, GM TELÓ, JI GOLOMBIESKI, SJ LOPES (2006). Produção integrada de arroz irrigado e peixes. *Ciência Rural*, Santa Maria, 36, n.2: p.411-417.
- MARTINS, JFS, E FERREIRA, JA PETRINI, JAF BORRIGOSI, JJC SILVA, AD GRÜTZMACHUR & US CUNHA. 2005. Pragas no Arroz Irrigado, Disponível em: <http://www.cpact.embrapa.br/publicacoes/catalogo/tipo/sistemas/arroz/cap13.htm>. Acesso em: 15/mai/2012.
- MITTELBAACH G, PERSSON L 1998. The ontogeny of piscivory and its ecological consequences. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 55(6): 1454-1465.
- MORAES, MFPG, IF BARBOLA & LF DUBOC. 2004. Feeding habits and morphometry of digestive tracts of *Geophagus brasiliensis* (Osteichthyes, Cichlidae), in a lagoon of high Tibagi river, Paraná state, Brazil. *Biol. Health Sci.*, 10, 1: 37-45.
- PETRINI, JA, FRANCO, DF, SOUZA, PR, BACHA, RE, TRONCHONI, JG. 2004. Sistema de cultivo de arroz pré-germinado e transplante de mudas.
- RAMSDORF, W. 2007. Utilização de duas espécies de *Astyanax* (*Astyanax* SP B e *A. altiparanae*) como bioindicadores de região contaminada por agrotóxico. Dissertação (Mestre em Genética) – Universidade Federal do Paraná, 127p.
- RANTIN, FT & JA PETERSEN. 1985. Thermal tolerance of South American Cichlidae, *Geophagus brasiliensis*. *Revista de Hydrobiologia Tropical*, 18(3): 221-226.
- SEELIGER, U, CV CORDAZZO, CPL OLIVEIRA & M SEELIGER. 2000. Long-term Changes in Coastal Foredunes of the Southwest Atlantic. *Journal of Coastal Research*, 4, 16: 1068-1073.
- SILVA, JJC, RM SOUZA, AAA RAUPP, RW COELHO & RC RODRIGUES. 2005. Introdução e Desenvolvimento da Agricultura Sustentável na Restinga da Lagoa Mirim. Embrapa Clima Temperado. *Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento*, 16.

SIN, TS. 2003. Damage potential of golden apple snail *Pomacea canaliculata* in irrigated rice and control by cultural approaches. *International Journal of Pest Management*, 49, 1: 49-55.

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE**  
**INSTITUTO DE OCEANOGRAFIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA**

**CAPÍTULO I**

**Efeito da temperatura sobre a atividade de predação do Cará**  
*Geophagus brasiliensis* (Quoy & Gaimard 1824) sobre o caramujo  
*Pomacea canaliculata* (Lamarck 1822)

**Ariany Rabello da Silva**

**O presente capítulo está apresentado de acordo com as normas para  
submissão à Acta Scientiarum**

## **RESUMO**

Alterações na temperatura da água dificultam a manutenção da fisiologia dos peixes. Para o Cará *Geophagus brasiliensis* as temperaturas extremas letais são 9°C e 36°C. *Pomacea canaliculata* é um caramujo nativo no sul do Brasil e gera danos à rizicultura. O experimento foi conduzido no Laboratório de Aquicultura Continental (LAC) da Universidade Federal do Rio Grande (FURG), RS, com o objetivo de avaliar o efeito da temperatura na intensidade de predação do Cará sobre os caramujos. Foram utilizados 15 tanques de fibrocimento (45 L cada), com água nas temperaturas de 18, 22, 26, 30 e 34°C, em delineamento inteiramente casualizado, com três repetições. Os Carás (n = 4 por tanque) foram distribuídos em tanques com aquecedores, elevando a temperatura da água 1°C hora<sup>-1</sup>, em sala climatizada a 17°C. Os caramujos foram selecionados (até 3 mm) e distribuídos entre os tanques (n = 32 por tanque). O período de exposição à predação foi de 18 h, com índice de predação significativamente menor a 18°C. Foi realizada análise proximal nos caramujos em estudo. Entre as temperaturas de 26 e 34°C não houve diferenças significativas. Conclui-se que os Carás predam eficientemente os caramujos a partir de 26°C.

**Palavras-chave:** alimento, aquicultura, piscicultura, pragas, rizicultura

## **ABSTRACT**

Changes in temperature make it difficult to maintain water fish physiology. For the cichlid *Geophagus brasiliensis* extreme temperatures are lethal 9 °C and 36 °C. *Pomacea canaliculata* is a snail native to southern Brazil and generates damage to rice. The experiment was conducted at the Laboratory of Aquaculture Continental (CAL), Federal University of Rio Grande (FURG), Rio Grande, RS, in order to evaluate the effect of temperature on the intensity of predation on snails. For 60 days were used 15 cement tanks with water at temperatures of 18, 22, 26, 30 and 34 °C in completely randomized design with three replications. The Carás (n = 4 per tank) were distributed in tanks with heaters, increasing the water temperature 1 °C<sup>-1</sup> hour, in a room at 17 °C. The snails were selected (up to 3 mm) and distributed between the tanks (n = 32 per tank). The period of exposure to predation was 18 h, with an index of predation significantly lower at 18 °C. Temperatures between 26 and 34 °C no significant differences. We conclude that the Carás prey efficiently snails from 26 °C.

**Keywords:** aquaculture, fish farming, food, pests, rice culture

## **1. INTRODUÇÃO**

O arroz irrigado é uma das principais atividades econômicas do Rio Grande do Sul. O estado é um dos maiores produtores e exportadores de grãos do

Brasil, tendo sido responsável, na safra agrícola de 2011/12, por 67% da produção nacional de arroz (cerca de 7,3 milhões de toneladas) com área plantada superior a 1,17 milhão de hectares (IBGE, 2012). Estima-se que, anualmente, essa produção corresponda a R\$ 5 bilhões (aproximadamente US\$ 2,5 bilhões), representando 3% da arrecadação de ICMS (Imposto de Circulação de Mercadorias e Serviços) e 2,27% do PIB (Produto Interno Bruto) do Estado (IRGA, 2012).

O cultivo do arroz no Sul do Brasil se faz com a inundação da lavoura, especialmente quando se adota a técnica de semeadura de arroz pré-germinado. Esse tipo de inundação resulta no aumento da ocorrência de pragas que, para que não atinjam o nível de dano econômico, exigem medidas de controle químico, podendo afetar a sustentabilidade da biodiversidade, elevando os custos e potencializando a contaminação dos recursos naturais, especialmente os recursos hídricos (RAMSDORF, 2007).

Entre as principais pragas pode-se citar os caramujos *Pomacea sp* (MAGALHÃES Jr et al, 2005). O caramujo *P. canaliculata* (Gastropoda, Ampullariidae) apresenta uma concha grande, arredondada, de cor castanho claro, com listras marrons (Figura 5), e possui elevada capacidade de reprodução. No sul do Brasil, a oviposição ocorre de agosto a maio (MARTINS et al. 2005).

Durante os primeiros dias após o nascimento os caramujos se alimentam de micro-algas, detritos e resíduos de origem animal e vegetal. Após uma ou duas semanas, os pequenos caramujos já se alimentam de vegetais superiores (GHESQUIERI, 2005).



**Figura 5:** *Pomacea canaliculata*. Fonte: Arquivo pessoal.

Segundo Sin (2003) o estrago provocado pelos caramujos com conchas medindo mais que 25 mm, sobre as mudas de arroz transplantado, pode atingir



100%. Essa devastação total ocorre principalmente no sistema de plantio de arroz pré-germindo, em semeadura direta, com a presença de caramujos que possuam conchas medindo mais que 10 mm. Esses caramujos, entretanto, tornam-se mais vorazes quando atingem de 20 a 30 mm de altura da concha.

Os caramujos tornaram-se uma praga no arroz irrigado e seu predador natural, o gavião-caramujeiro *Rosthramus sociabilis*, não consegue fazer o controle da população do molusco (MAGALHÃES et al. 2005). Essa ave possui adaptações morfológicas em seu bico e patas para coleta e consumo desses moluscos. Na lavoura orizícola, ao se preparar o campo para o plantio, prejudicam-se os habitats do gavião, uma vez que é retirada toda a vegetação arbórea em que a ave poderia pousar para preparar seu ataque à Pomacea. Além disso, a altura das plantas de arroz dificulta a localização do caramujo e sua predação pelo gavião-caramujeiro (SILVA et al. 2005).

Abelha & Goulart (2004) testaram o oportunismo trófico do *G. brasiliensis*, obtendo resultados que indicaram uma dieta onívora, composta predominantemente de frutos, sementes, detritos, sedimentos, invertebrados aquáticos e escamas de peixe, consumindo uma ampla variedade de alimentos no fundo, os quais são triturados em sua boca protáctil. Este é um fator relevante para o sucesso da espécie na colonização de ambientes alterados, como o que é característico da lavoura do arroz, onde podem inclusive ser utilizados como predadores de caramujos.

A variação da temperatura corporal em peixes influencia inúmeras funções fisiológicas como consumo de oxigênio, alimentação e digestibilidade (EVANS, 2006), afetando também, aspectos funcionais como o crescimento e a aptidão reprodutiva (HAM et al., 2003; OSTROWSKI et al., 2011; IMHOLT et al., 2011) Isto porque são animais pecilotérmicos e tem sua taxa metabólica associada à temperatura da água (SANTOS et al, 2013), embora algumas espécies de peixes sejam sensíveis às variações de temperatura por meio de sensores térmicos cutâneos e do hipotálamo (BICEGO et al., 2007).

Diferentes espécies de peixes possuem diferentes intervalos de preferência de temperatura (BALDISSEROTTO, 2002). Para os *Geophagus brasiliensis* (Perciformes, Cichlidae), a temperatura mínima letal é de 9°C e a máxima letal, de 36°C (RANTIN, 1980). Quanto mais próxima a esses extremos, menor é o conforto térmico dos peixes desta espécie. No sul do Brasil o clima é subtropical e há grande amplitude térmica da água. Segundo Sartori (2003), a temperatura

pode chegar até 32°C no verão e abaixo de 9°C em algumas cidades, no inverno. Segundo Arana (2004), para a distribuição ecológica de espécies de peixes, a temperatura funciona também como fronteira. O *G. brasiliensis* habita lagos e águas rasas da América do Sul, desde a Bacia Amazônica até o norte da Argentina e Uruguai (RANTIN;PETERSEN, 1985), experimentando diferentes regimes térmicos. Este peixe tem sua maior movimentação na presença de luz (KADRY; BARRETO, 2010).

Dei Tos et al. (2010) evidenciaram que nos peixes de água doce da América do Sul, a maior ocorrência das marcas de crescimento se deu em outubro (9,3%), novembro (12,3%) e dezembro (10,8%), meses caracterizados por altas temperaturas, dias mais longos (fotoperíodo) e início das inundações. Dados referentes à temperatura da água coletados em várias cidades do Rio Grande Sul de 1996 a 2004, segundo Garcia et al. (2008), mostram que a temperatura variou de 16 a 28°C no verão, de 17 a 25°C no outono, de 14 a 17°C (chegando a 9°C nos meses mais frios) no inverno e de 14 a 21°C na primavera.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar em qual temperatura da água estabelecida em laboratório há maior estímulo à predação da *P. canaliculata* pelo *G. brasiliensis*. Com este objetivo pretende-se contribuir com informações para a utilização de predadores alternativos como agentes de controle das populações da praga, o que pode ser feito através do consórcio formado entre o arroz e o peixe.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Localização**

O presente experimento foi conduzido no Laboratório de Aquicultura Continental (LAC), Instituto de Oceanografia, da Universidade Federal do Rio Grande (FURG), situado à BR 392, à beira da Lagoa dos Patos, no município do Rio Grande, RS (32°01'40" S 52°05'40" W). A área em que se encontra o LAC pertence à Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Sul (FEPAGRO), cedida à FURG para pesquisas em aquicultura.

### **2.2 Obtenção e manutenção dos organismos**

#### **2.2.1 Peixes**

Os Carás *G. brasiliensis* utilizados foram capturados na restinga da Lagoa dos Patos, município do Rio Grande, RS (31°59.235' S, 052°14.634' W), com

auxílio de tarrafa, puçás e rede de arrasto, sob licença do Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade – SISBIO n° 35308-1. No ambiente da coleta, verificou-se salinidade seis (6), temperatura da água 14°C e oxigênio dissolvido 10,1 mg L<sup>-1</sup>. Utilizando-se caixa de transporte equipada com cilindro de oxigênio, os peixes foram levados até o laboratório, sendo estocados em tanques de polietileno com volume útil de 200 L. O peso médio inicial dos peixes foi de 49,54 ± 6,72 g e o comprimento total inicial, de 11,70 ± 0,39 cm.

No LAC, os peixes foram mantidos em uma sala à temperatura inicial de 20°C, sob aeração constante, em tanques circulares (250 L) até que se adaptassem ao meio. A biomassa total estocada em quatro tanques foi de 4 kg m<sup>-3</sup>. Na renovação e reposição de água dos peixes, coletados em ambiente em salinidade 6 (seis), esta foi diluída até chegar em salinidade 0 (zero). Diariamente, os tanques foram higienizados por sifonamento, com reposição de água no mesmo volume e temperatura da água retirada. Além da reposição após cada sifonagem, a renovação da água foi feita duas vezes por semana, na proporção de 1/3 do volume da água do tanque.

Os peixes foram alimentados com ração comercial Guabi® (5% da biomassa), peletizada (entre 2,5 e 3,2 mm) com 40% de proteína bruta (PB), seguindo recomendações de Amaral Jr. (2011).

### **2.2.2 Caramujos**

As desovas de *P. canaliculata*, coletadas em localidades com arrozais, foram transportadas até o laboratório e acondicionadas em 06 tanques (volume útil de 45 L). Foi mantida uma lâmina d'água de 10 cm, evitando-se o contato direto das desovas com a água, depositando-as sobre estruturas rochosas provenientes de riachos da região. O ambiente foi climatizado a 20°C, com aeração constante até a eclosão das larvas dos caramujos. As larvas recém-eclodidas foram estocadas em tanques de fibrocimento na densidade de 30 larvas L<sup>-1</sup> e o nível da lâmina d'água foi aumentado gradativamente até atingir o volume útil de 45 L. A higienização dos tanques de estocagem de *P. canaliculata* realizou-se por sifonamento, com reposição de água no mesmo volume e temperatura da água retirada.

Vegetais foram liquidificados usando a proporção de 2:1 (alface: espinafre), 5 ml de melão e 250 ml de água. Após a fase larval, o alimento fornecido não foi mais liquidificado. As mesmas proporções da dieta do período

inicial foram mantidas até atingirem a classe C2 (3 a 5 mm). Na fase de crescimento os caramujos receberam o alimento até a saciedade, sendo estocados na densidade de 20 juvenis L<sup>-1</sup>.

Os caramujos receberam aeração no ambiente enriquecido com minerais provenientes de conchas quebradas de moluscos marinhos, até alcançarem as dimensões necessárias para o experimento.

### **2.3 Monitoramento das variáveis abióticas**

No período do experimento, diariamente foram medidos, pH (Solar®, SL110), oxigênio dissolvido (Lutron®, DO-5519), temperatura (Lutron®, DO-5519) e salinidade (Alfakit®) da água dos tanques com peixes e com caramujos, para monitoramento da sua qualidade. Em cada tanque com caramujos foram adicionadas 5 g de calcário dolomítico (0,1 g de calcário L<sup>-1</sup>). Amostras de água foram coletadas periodicamente para análise de nitrogenados (amônia e nitrito) pelo método colorimétrico (espectrofotômetro UV Biospectro® SP-22).

### **2.4 Delineamento experimental**

Foram utilizados 15 tanques de fibrocimento (volume útil de 45 L), com a água aquecida às temperaturas de 18°C, 22°C, 26°C, 30°C e 34°C, num delineamento inteiramente casualizado, com três repetições. A sala foi climatizada à temperatura de 17°C (um grau abaixo da menor temperatura testada).

Um total de 60 peixes *G. brasiliensis* (n = 4 por unidade experimental) foram distribuídos aleatoriamente à temperatura inicial de 20°C. Os peixes ficaram em privação alimentar por 24 horas antes de receberem os caramujos. Foram pesados em balança eletrônica com precisão de 0,01 g (Bioprecisa®, JH2102) e medidos em ictiômetro, anotando-se o peso e os comprimentos padrão e total dos peixes. A biomassa de peixes em cada tanque foi de 3,46 kg m<sup>-3</sup>.

Aquecedores individuais acoplados a termostatos (Figura 6) elevaram a temperatura da água de cada unidade experimental, gradualmente (máximo de 1°C hora<sup>-1</sup>). Logo após a estabilização da temperatura no nível desejado, juvenis de caramujo *P. canaliculata*, foram selecionados por tamanho (até 3 mm) e distribuídos (32 por tanque), num total de 480 caramujos para as 5 temperaturas, com suas repetições.

Após 18 h de exposição dos caramujos à predação pelo *G. brasiliensis* sobre a *P. canaliculata*, sob fotoperíodo 14:10 (claro/escuro), segundo Moraes et

al. (2004) e à temperatura experimental, a água foi passada em peneira (mesh = 1 mm) para contagem dos caramujos restantes. Por diferença, foram calculados os caramujos consumidos e determinado o índice de predação (IP), onde:

$IP = (\text{Quantidade de caramujos predados} \times 100) / \text{Quantidade de caramujos ofertados}$



**Figura 6:** Aquecedores individuais com termostatos colocados nos tanques. Fonte: Arquivo pessoal.

## 2.5 Análise Proximal

Caramujos não utilizados no experimento e criados nas mesmas condições dos predados, foram levados ao Laboratório de Tecnologia de Alimentos, FURG, após resfriamento, para análise da composição bromatológica dos organismos ingeridos pelos Carás.

Dois tratamentos foram aplicados em triplicata para a análise proximal (Figura 7). No primeiro os caramujos foram liquidificados, permanecendo nas amostras os nitrogenados e demais resíduos do meio (SL). No segundo os caramujos foram lavados (CL) com água a salinidade 0 (zero). Os resultados foram expressos em relação à matéria seca (MS).

Todas as determinações foram feitas em triplicata, seguindo AOAC (2002).

Análise do teor de lipídios foi baseada no método de extração de gordura a frio, utilizando mistura de três solventes: clorofórmio, metanol e água, em proporção na qual os três solventes formam solução homogênea.

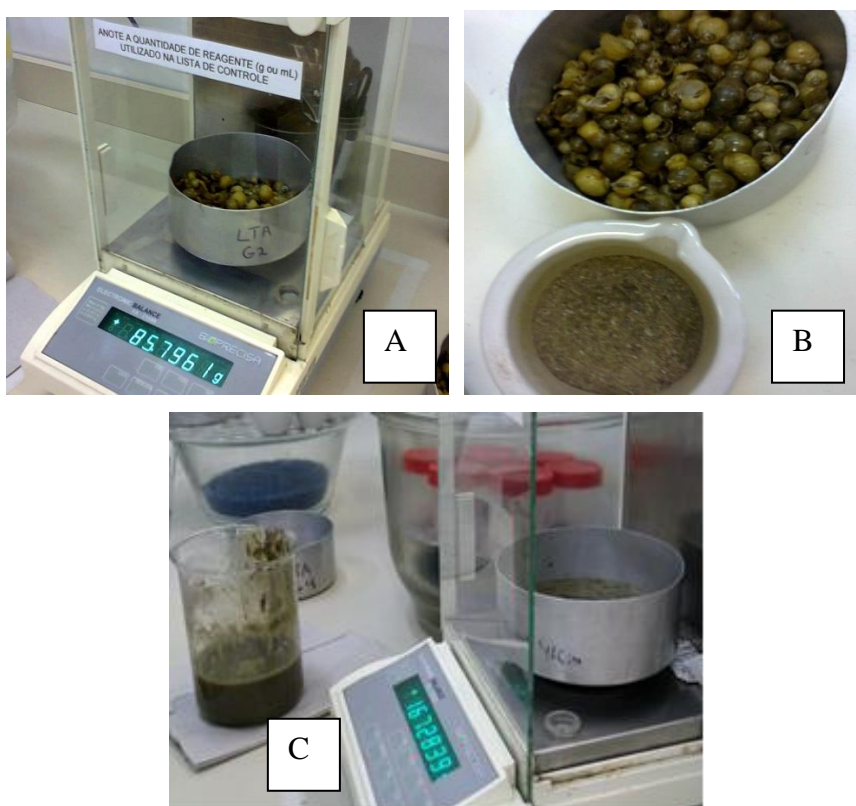
Análises de cinzas foram realizadas pelo método da incineração em mufla, no qual toda a matéria orgânica foi queimada. Cada amostra foi colocada em um

cadinho de porcelana, com massa previamente registrada e permaneceu na mufla ( $550\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ ) por 4 h.

A determinação de proteínas foi realizada pelo método de Kjeldahl, no qual avaliou-se o teor de nitrogênio total de origem orgânica, utilizando-se 0,3 g de amostra para digestão. O procedimento baseou-se na digestão da amostra com ácido sulfúrico e mistura catalisadora contendo sulfato de cobre e sulfato de potássio.

Na determinação da umidade o método utilizado foi o de secagem em estufa ( $105^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ ), baseado na remoção da água por aquecimento.

O conteúdo de carboidratos foi determinado por diferença.



**Figura 7:** Análise Proximal para os dois métodos com *Pomacea canaliculata*. (A) Pesagem de caramujos em balança de precisão; (B) Caramujos, inteiros e triturados; (C) Caramujo triturado úmido. Fonte: Arquivo pessoal.

## 2.6 Análise Estatística

Foram calculadas as médias dos dados coletados das variáveis abióticas.

Os dados de Índice de Predação foram submetidos à análise de variância de uma via e, posteriormente, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, com 95% de confiança. Após, esses dados foram submetidos ao teste de

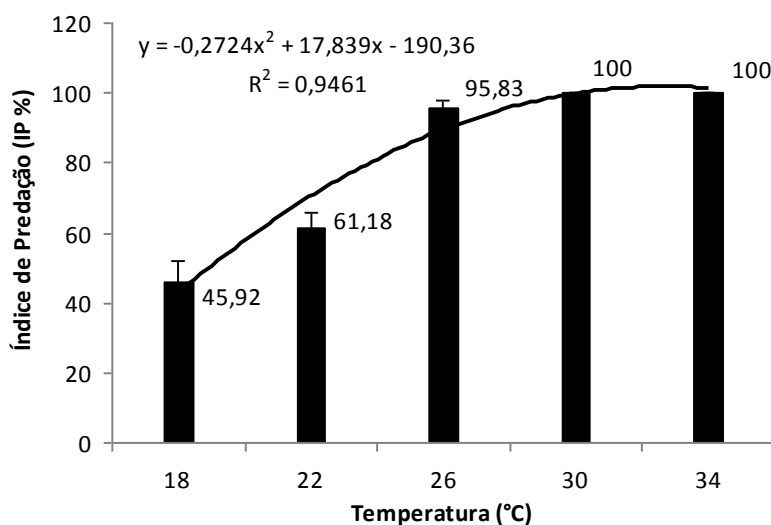
regressão, sendo calculada a regressão quadrática e estimada a temperatura de máxima predação, pela derivação da equação de regressão.

### 3. RESULTADOS

Nos tanques de estocagem dos peixes, após alcançar a salinidade 0 (zero), a mesma foi mantida durante todo o período do experimento. No monitoramento do oxigênio dissolvido o valor encontrado foi de  $5,38 \pm 0,9 \text{ mg L}^{-1}$  e o pH medido, de  $6,5 \pm 0,6$ .

A salinidade nos tanques dos caramujos permaneceu em 0 (zero) durante todo o experimento. O oxigênio dissolvido medido nos tanques foi de  $6 \pm 0,5 \text{ mg L}^{-1}$ , com pH de  $6,7 \pm 0,4$ . A temperatura ambiente se manteve em  $17^\circ\text{C}$ . Para acelerar o crescimento dos caramujos, a temperatura dos tanques foi corrigida para  $25^\circ\text{C}$ .

Das temperaturas testadas,  $18^\circ\text{C}$  proporcionou o menor ( $P < 0,05$ ) índice de predação (45,92%) (Figura 8). A  $22^\circ\text{C}$ , o índice se elevou para 61,18%, atingindo 95,83% a  $26^\circ\text{C}$ .



**Figura 8:** Índice de Predação (IP) do Cará *Geophagus brasiliensis* sobre o caramujo *P. canaliculata* em diferentes temperaturas ( $^\circ\text{C}$ ). As barras verticais representam os Desvios Padrões e os valores são as médias de IP, comparadas pelo Teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).

O IP (95,83) atingido nesta temperatura indica conforto térmico para o *G. brasiliensis*, que exerceu predação sobre a *P. canaliculata*. Para as temperaturas de  $30^\circ\text{C}$  e  $34^\circ\text{C}$  o índice (100%) foi sutilmente maior, não revelando diferença significativa ( $P > 0,05$ ) em relação à temperatura de  $26^\circ\text{C}$ . Os índices de predação

entre as temperaturas de 26 a 34°C variaram significativamente em relação às temperaturas de 18 e 22 °C.

A distribuição dos dados de Índice de Predação se ajusta a uma equação do modelo quadrático ( $Y = - 0,2724x^2 + 17,839x - 190,36$ ,  $R^2 = 0,95$ ), onde “Y” = IP e “x” = t °C (Figura 8), gerando uma curva com os IP’s mais prováveis de ocorrerem sobre influência das temperaturas a eles relacionadas.

Os Carás predam eficientemente os caramujos a partir de 26°C, porém, derivando-se a equação de regressão, estimou-se que a maior eficiência da predação do Cará *G. brasiliensis* sobre o caramujo *P. canaliculata* seria obtida na temperatura de 32,75°C. Observou-se que entre as temperaturas de 18 e 22°C foram encontradas diferenças significativas no índice de predação ( $P < 0,05$ ), sendo que a 18°C o IP foi inferior a 50% (45,92%), ou seja, apenas metade dos caramujos foram predados pelos Carás. Por outro lado, o IP não variou significativamente ( $P > 0,05$ ) entre as temperaturas 26, 30 e 34°C, se mantendo acima de 95% (mínimo de 95,83%). Houve diferença significativa entre o IP na temperatura 22°C e nas temperaturas 26, 30 e 34°C.

A *P. canaliculata*, ofertada como alimento ao Cará possuía teor de proteína (média de 17,85%), com e sem lavagem previa, sem diferença significativa (Tabela 1). Ao contrário, foi observado alto teor de cinza (média 68,74%), com teores significativamente maiores ( $P < 0,05$ ) para os caramujos CL. O teor de gordura foi significativamente maior ( $P < 0,05$ ) para os caramujos SL.

**Tabela 1** - Composição Proximal (em matéria seca) dos caramujos *P. Canaliculata*

Caramujos*	Umidade	Composição proximal em base seca			
		Proteína	Gordura	Cinzas	ENN
SL	87,96 <sup>a</sup>	17,33 ± 2,36 <sup>a</sup>	0,97 ± 0,68 <sup>a</sup>	71,07 ± 0,11 <sup>a</sup>	10,66 ± 2,44 <sup>a</sup>
CL	91,50 <sup>a</sup>	18,37 ± 1,04 <sup>a</sup>	3,17 ± 0,10 <sup>b</sup>	66,41 ± 0,16 <sup>b</sup>	12,05 ± 2,32 <sup>a</sup>

Obs.: Letras diferentes ao lado das médias, na mesma coluna, indicam diferenças significativas de acordo com o teste de Tukey. (\*) CL = com lavagem prévia; SL = sem lavagem, com biofilme aderido.

#### 4. DISCUSSÃO

A faixa de tolerância térmica das águas habitadas por peixes de clima temperado varia de 4 a 25 °C, sendo maior do que para os peixes de clima tropical (de 25 a 28°C) e de água fria (de 4 a 15°C) (FRASCÁ-SCORVO et al. 2001). *G. brasiliensis* é uma espécie que tem boa adaptação à variedade de climas no Brasil,



contudo ficou evidente que o caramujo *P. canaliculata*, foi mais atraente à sua predação nas temperaturas mais elevadas. Garcia (2008) verificou que a temperatura da água no período (1996-2004) variou de 16 a 28°C no verão, (abaixo de 9°C nos meses mais frios, no inverno e entre 14 e 21°C, na primavera).

A predação da *P. canaliculata* pelo *G. brasiliensis*, foi estimulada pela elevação da temperatura, sendo que o índice satisfatório de predação foi atingido no tratamento com a temperatura 26°C. A baixa temperatura externa, durante a realização do presente experimento, não influenciou, pois os testes foram feitos em ambiente climatizado e a temperatura da água não sofreu alteração durante as 18 horas de observação. Porém, no tratamento com temperatura a 18°C, o interesse do Cará pelo alimento (caramujo) não foi despertado, gerando um baixo índice de predação. Seu interesse pela predação cresceu um pouco na temperatura de 22°C, ficando, entretanto, significativamente menor ( $P < 0,05$ ) do que o verificado acima de 26°C, quando o IP se aproximou de 100%.

Com base nos testes realizados no LAC, a atividade do *G. brasiliensis* como controlador biológico predando a praga da rizicultura *P. canaliculata*, possivelmente será eficiente, tendo em vista que a época do plantio do arroz coincide com períodos de temperaturas propícias ao consumo dos caramujos pelos peixes, ou seja, de 14 a 28°C, segundo Garcia et al. (2008).

Os dados do presente estudo revelam que o Índice de Predação em temperaturas (26, 30 e 34°C) chega próximo a 100% para caramujos de 3 a 5 mm. Essas temperaturas são comuns ou bem próximas aos registros de Garcia et al. (2008) no período mais quente do ano em algumas cidades do Rio Grande do Sul. Pode ser inferido que todos os caramujos, na lavoura, serão predados pelos Carás, quando suas conchas medirem de 3 a 5 mm, portanto, antes de atingirem o tamanho no qual são capazes de promover devastação maior na lavoura de arroz, o que só aconteceria quando os caramujos medissem mais do que 25 mm (SIN 2003).

Considerando que os peixes comem primariamente também para cobrir suas necessidades de energia (PEREIRA-DA-SILVA et al, 2004), a ingestão voluntária de alimento pode ser influenciada pela quantidade de energia na dieta. Os lipídios são boas fontes de energia para os peixes, pois têm 2,25 vezes mais energia do que os hidratos de carbono. Porém, os caramujos utilizados no experimento configuram um alimento com baixo teor de lipídios em relação à quantidade necessária para peixes onívoros, como demonstrado em estudos feitos

para truta, salmão e catfish. Na natureza a quantidade de gordura na alimentação desses peixes varia de 2 a 20% (SANTOS, 2013). Em análise centesimal, a *P. canaliculata* ofertada possui de 0,97 a 3,17% de lipídios (Tabela 1), pelo método de extração de gordura a frio utilizando solventes (AOAC, 2002). Pode-se inferir que as respostas dos *G. brasiliensis* quanto ao índice de predação constatado tenham sido condicionadas pelo estímulo causado pelas temperaturas proporcionadas aos peixes e não por uma possível necessidade maior de consumir energia.

Pela equação mostrada na Figura 8, se obtem a curva com prováveis pontos de encontro entre as temperaturas estabelecidas e os IP's calculados. O R<sup>2</sup> gerado (0,95) evidencia a elevada influência da temperatura sobre o consumo de *P. canaliculata*.

## 5. CONCLUSÃO

Temperaturas de 18°C e 22°C não favorecem a predação de *P. canaliculata* pelo Cará *G. brasiliensis*.

Carás predam eficientemente os caramujos a partir de 26°C.

## 6. LITERATURA CITADA

ABELHA, MCF & E GOULART. 2004. Oportunismo Trófico de *Geophagus brasiliensis* (Quoy & Gaimard, 1824) (Osteichthyes, Cichlidae) no Reservatório de Capivari, Estado do Paraná, Brasil. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, 26(1):37-45.

AMARAL JUNIOR H, NETTO JRA, GARCIA S, MELLO GL. 2001. 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. *Revista electrónica de Veterinaria*. Disponível em: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n090911.html>. Acesso em: 01/abr/2013.

AOAC INTERNATIONAL. *Official methods of analysis*. 16<sup>a</sup> ed., 3<sup>a</sup> rev. Gaithersburg: Published by AOAC International, 2002. v.2, cap. 32, p.1-43.

ARANA, L. V. 2004. Princípios Químicos de Qualidade da Água em Aqüicultura: uma Revisão para Peixes e Camarões. Florianópolis, UFSC, 2. ed., 231 p.

- BALDISSEROTTO, B. 2002. Fisiologia de Peixes Aplicada à Piscicultura. Santa Maria, UFSM, 212 p.
- BICEGO, K. C., R. C. H. BARROS & L. G. S. BRANCO. 2007. Physiology of temperature regulation: Comparative aspects. *Comparative Biochemistry and Physiology A*, 147: 616-639.
- DEI TOS, C, LC GOMES, AM AMBRÓSIO & E GOULART. 2010. An overview of freshwater fish aging in South America: the science, biases and future directions. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*. Disponível em: <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=187115378001>. Acesso em: 15/jul/2012.
- EVANS, D.H. & J. B. CLAIBORNE. 2006. The Physiology of Fishes. Editors 3rd ed. CRC Press: Boca Raton. 601p.
- FRASCÁ-SCORVO, C. M. D., D. J. CARNEIRO & E. B. MALHEIROS. 2001. Feeding behaviour of “matrinxã” (*Brycon cephalus*) during the period of lower temperatures. *Boletim do Instituto de Pesca de São Paulo*, 27(1): 1-5.
- GARCIA, LO, CE COPATTI, F WACHHOLZ, W PEREIRA FILHO & B BALDISSEROTTO. 2008. Freshwater temperature in the state of Rio Grande do Sul, Southern Brazil, and its implication for fish culture. *Neotropical Ichthyology*, 6(2):275-281.
- GHESQUIERE, SAI. 2005. Apple Snails. Disponível em: <http://www.applesnail.net/>. Acesso em: 05/abr/2012.
- HAM, E. H. V., M. H.G. BERNTSSEN , A. K. IMSLAND ,A. C. PARPOURA , S. E. W. BONGA & S. O. STEFANSSON. 2003. The influence of temperature and ration on growth, feed conversion, body composition and nutrient retention of juvenile turbot (*Scophthalmus maximus*). *Aquaculture* 217: 547–558.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/>. Acesso em: 19/abr/2013.
- IMHOLT, C., MALCOLM, I. A., BACON, P. J., GIBBINS, C. N., SOULSBY, C., MILES, M. & R. J. FRYER. 2011. Does diurnal temperature variability affect growth in juvenile Atlantic salmon *Salmo salar*? *Journal of Fish Biology*. 78(2): 436–448.

- IRGA - Instituto Rio Grandense do Arroz. Informações & Mercado. Disponível em: <http://www.irga.rs.gov.br/>. Acesso em: 10/abr/2013.
- KADRY, VO & RE BARRETO. 2010. Environmental enrichment reduces aggression of pearl cichlid, *Geophagus brasiliensis*, during resident-intruder interactions. *Neotropical ichthyology*, 8(2):329-332.
- MAGALHÃES, AMJ, AS GOMES & AB SANTOS. 2005. EMBRAPA Clima temperado, Sistema de Cultivo de Arroz Irrigado no Brasil: Pragas do arroz irrigado, *EMBRAPA*, 3, 270p.
- MARTINS, JFS, E FERREIRA, JA PETRINI, JAF BORRIGOSI, JJC SILVA, AD GRÜTZMACHUR & US CUNHA. 2005. Pragas no Arroz Irrigado, Disponível em: <http://www.cpact.embrapa.br/publicacoes/catalogo/tipo/sistemas/arroz/cap13.htm>. Acesso em: 15/mai/2012.
- MORAES, MFPG, IF BARBOLA & LF DUBOC. 2004. Feeding habits and morphometry of digestive tracts of *Geophagus brasiliensis* (Osteichthyes, Cichlidae), in a lagoon of high Tibagi river, Paraná state, Brazil. *Biol. Health Sci.*, 10, 1: 37-45.
- OSTROWSKI, A. D., WATANABE, W. O., MONTGOMERY, F. P., REZEK, T. C., SHAFER, T. H. & J. A. MORRIS. 2011. Effects of salinity and temperature on the growth, survival, whole body osmolality, and expression of Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup> ATPase mRNA in red porgy (*Pagrus pagrus*) larvae. *Aquaculture*. 314(1-4):193-201.
- PEREIRA-DA-SILVA, EM, ORSOLI DN, ARAÚJO LF, CANTELMO OÂ, MERIGHE GKF. 2004. Regulação da Ingestão Protéica na Tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.33, n.6, 1921-1927
- RAMSDORF, W. 2007. Utilização de duas espécies de *Astyanax* (*Astyanax* SP B e *A. altiparanae*) como bioindicadores de região contaminada por agrotóxico. Dissertação (Mestre em Genética) – Universidade Federal do Paraná, 127p.
- RANTIN, F. T. 1980. Temperaturas letais do aCará *Geophagus brasiliensis* (Quoy & Gaimard, 1824 – Pisces, Cichlidae). *Boletim de Fisiologia Animal*, 4: 9-33.
- RANTIN, FT & JA PETERSEN. 1985. Thermal tolerance of South American Cichlidae, *Geophagus brasiliensis*. *Revista de Hydrobiologia Tropical*, 18(3): 221-226.

- SANTOS, EL, CAVALCANTI MCA, FREGADOLLI FL, MENESES DR, TEMOTEO MC, LIRA JE, FORTES CR. Considerações sobre o manejo nutricional e alimentar de peixes carnívoros. *Revista eletrônica Nutritime*. Disponível em: [http://www.nutritime.com.br/arquivos\\_internos/artigos/ARTIGO\\_196.pdf](http://www.nutritime.com.br/arquivos_internos/artigos/ARTIGO_196.pdf)  
Acesso em: 01/abr/2013.
- SARTORI, M.GB. 2003. A dinâmica do clima do Rio Grande do Sul: Indução empírica e conhecimento científico. *Revista Terra Livre*, 1(20): 27-49.
- SILVA, JJC, RM SOUZA, AAA RAUPP, RW COELHO & RC RODRIGUES. 2005. Introdução e Desenvolvimento da Agricultura Sustentável na Restinga da Lagoa Mirim. Embrapa Clima Temperado. *Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento*, 16.
- SIN, TS. 2003. Damage potential of golden apple snail *Pomacea canaliculata* in irrigated rice and control by cultural approaches. *International Journal of Pest Management*, 49, 1: 49-55.

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE**  
**INSTITUTO DE OCEANOGRAFIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA**

**CAPÍTULO II**

**Predação do Cará *Geophagus brasiliensis* (Quoy & Gaimard, 1824) sob  
a *Pomacea canaliculata* (Lamarck, 1822) em diferentes classes de  
tamanho do caramujo**

**Ariany Rabello da Silva**

**O presente capítulo está apresentado de acordo com as normas para  
submissão da Revista Memórias Instituto Oswaldo Cruz**

## RESUMO

O caramujo *Pomacea canaliculata* é uma praga das lavouras orizícolas no Sul do Brasil. Somente seu predador natural, o gavião-caramujeiro *Rosthramus sociabilis* não controla essa população, sendo necessários métodos alternativos. O peixe Cará *Geophagus brasiliensis* é facilmente encontrado no Sul do Brasil, possui dieta onívora e se adapta a alimentos disponíveis no meio, podendo exercer predação sobre caramujos. Com objetivo de avaliar a classe de tamanho da *P. canaliculata* mais predada pelo *G. brasiliensis*, foram utilizados caramujos com conchas de até 3, de 3 a 5, de 6 a 8, de 9 a 1 e de 12 a 14 mm, em 15 tanques de fibrocimento (45 L), com água a 26°C, em delineamento inteiramente casualizado, com três repetições. Cada unidade experimental com 4 *G. Brasiliensis* recebeu 32 juvenis de *P. canaliculata* que foram distribuídos por classe de tamanho. Após 18 h foram contados os caramujos restantes. O diâmetro bucal dos Carás foi medido com paquímetro digital. Com as Pomaceas que restaram foi realizado análise da composição proximal. O índice de predação foi significativamente maior sobre caramujos com diâmetro da boca de até 10 mm, e este dado foi correlacionado com seu tamanho.

**Palavras-chave:** piscicultura, juvenis, gastrópodes, classes de tamanho

## **ABSTRACT**

The snail *Pomacea canaliculata* is pest of rice farm in southern Brazil. Their natural predator, the hawk's snail *Rosthramus sociabilis* not control this population, requiring alternative methods. The fish cichlid *Geophagus brasiliensis* is easily found in southern Brazil, has an omnivorous diet, and adapts to available food in the middle, being able to prey on snails. To evaluate the growth class of *P. canaliculata* more attractive to predation by *G. brasiliensis*, were used snails with shells of up to 3 mm, 3 to 5 mm, 6 to 8 mm, 9 to 11 mm and 12 to 14 mm, 15 tanks cement (45 L) of water at 26°C in a completely randomized design with three replications. Each experimental unit with 4 *G. Brasiliensis* received 32 juvenile *P. canaliculata* which were distributed by size class. After 18 h were counted snails remaining. The diameter of the mouth Carás was measured with a digital caliper. With remaining Pomaceas was performed proximal composition analysis. The predation index was significantly higher on snails with mouth diameter up to 10 mm and this data was correlated with its size.

**Keywords:** fish farming, youth, gastropods, size class



## 1. INTRODUÇÃO

O cultivo do arroz no Sul do Brasil se faz com a inundação da lavoura. Esse tipo de inundação resulta no aumento da ocorrência de pragas, que por atingirem possível nível de dano econômico, exigem medidas de controle químico, podendo afetar a sustentabilidade da biodiversidade, elevando os custos e potencializando a contaminação do ambiente. Entre as principais pragas de arroz pré-germinado, pode-se citar os caramujos (*Pomacea sp*) (Magalhães Jr, 2005).

O sucesso generalizado de *Pomacea canaliculata* (Lamarck, 1822) (Gastropoda, Ampullariidae) tem sido atribuído à sua ampla presumível distribuição como espécie nativa, a partir da Província de Buenos Aires, Argentina, para o norte, através do Paraguai, Uruguai, Bolívia e Brasil (Hylton 1958; Cowie & Thiengo, 2003), sugerindo grandes tolerâncias fisiológicas (Cazzaniga, 2002). No entanto, *P. canaliculata* pode realmente ser restrito à Argentina, Paraguai, Uruguai e, talvez, extremo sul do Brasil (Hayes et al. 2008).

*Pomacea canaliculata* apresenta uma concha grande, arredondada, de cor castanho-claro, com listras marrons, e possui elevada capacidade de reprodução. A oviposição é feita em pontos não submersos, em caules ou folhas de plantas, moirões e troncos de árvores. Os ovos ficam aglutinados e aderidos por meio de um líquido gelatinoso transparente expelido pela fêmea. No sul do Brasil, a oviposição desses caramujos ocorre entre os meses de agosto e maio (Martins et al. 2005).

O principal predador natural dos caramujos é o gavião-caramujeiro *Rothramus sociabilis* (Vieillot, 1817) (Accipitriforme, Accipitridae), que se alimenta basicamente de Pomaceas. Essa ave vive próxima a rios, lagos e banhados. Tem por hábito planar a baixa altura e pousar sobre juncos ou galhos para observar os caramujos e fazer o ataque. O gavião-caramujeiro possui adaptações morfológicas em seu bico e patas para coleta e consumo desses moluscos. Na lavoura orizícola, ao se preparar o campo para o plantio, prejudica-se os habitats do gavião, uma vez que é retirada toda a vegetação arbórea em que a ave poderia pousar para preparar seu ataque à *Pomacea*. Além disso, a altura das plantas de arroz em maturação dificulta a localização do caramujo e, por conseguinte, a predação dos mesmos pelo gavião-caramujeiro (Silva et al. 2005).

Já que o gavião-caramujeiro, somente, não consegue fazer um controle efetivo da população do molusco (Magalhães et al. 2004), os caramujos tornaram-se uma praga no arroz irrigado. Durante os primeiros dias após o nascimento os

caramujos se alimentam de pequenas algas, detritos e restos de comida. Após uma ou duas semanas, os pequenos caramujos já se alimentam de vegetais superiores (Ghesquieri, 2005).

Com a semeadura do arroz, passam a se alimentar de plântulas, causando danos significativos à cultura (Martins et al. 2005). Segundo Sin (2003) o estrago provocado pelos caramujos com conchas medindo mais que 25 mm, sobre as mudas de arroz transplantado, chega a 100%. Essa devastação total também pode ocorrer para o arroz pré-germinado, em semeadura direta, com a presença de caramujos que possuam conchas medindo mais que 10 mm. Esses caramujos, entretanto, tornam-se mais vorazes quando atingem de 20 a 30 mm de altura da concha.

Na tentativa de combater pragas, produtores usam indiscriminadamente agrotóxicos, causando a contaminação de recursos hídricos e edáficos (Ramsdorf, 2007). Perturbações naturais tendem a gerar heterogeneidade ambiental em escalas temporais e espaciais (Garcia et al. 2001, Costa et al. 2003), enquanto trocas ambientais induzidas pelo homem são frequentemente prejudiciais para persistência dos habitats, diversidade e produção biológica (Seeliger et al. 2000).

O peixe *Geophagus brasiliensis* (Quoy & Gaimard, 1824) (Perciformes, Cichlidae), popularmente denominado de Cará, aCará ou papa-terra, é um habitante natural de ambientes lênticos, como lagoas de planície de inundação, lagoas costeiras, riachos e lagos. RATIN (1978), descreve o *G. brasiliensis* como possuindo corpo alto e comprido, cabeça pouco volumosa, nadadeiras pequenas com uma mancha preta lateralmente no segundo terço do corpo, um traço vertical na cabeça por sobre o olho, linha lateral interrompida (característica da família Cichlidae), três espinhos na nadadeira anal e dorsal e boca com lábios grossos e bastante protácteis com pequenos mas numerosos dentes que auxiliam na tomada do alimento contido no lodo.

É facilmente encontrado em toda Região Sul do Brasil e se reproduz com facilidade em cativeiro, indicando que poderia perfeitamente se adaptar às condições da rizipiscicultura. Abelha & Goulart (2004) testaram o oportunismo trófico do *G. brasiliensis*, obtendo resultados que indicaram uma dieta onívora, composta predominantemente por frutos/sementes, detritos, sedimentos, invertebrados aquáticos e escamas de peixe, alimentando-se de uma ampla variedade de alimentos no fundo, os quais são triturados em sua boca protáctil.

Este é um fator relevante para o sucesso da espécie na colonização de ambientes alterados, como o que é característico da lavoura do arroz.

Ocupa predominantemente regiões remansosas, apresentando atividade diurna, orientação visual, hábito alimentar detritívoro-iliófago e cuidado parental (Abelha & Goulart, 2004). A escolha do habitat pode ser determinado por uma combinação de fatores bióticos e abióticos que atuam sobre diferentes escalas. Estes podem incluir fatores abióticos, como profundidade e temperatura que varia em escalas grandes (Moranta et al. 1998; Genner et al. 2004), bem como interações bióticas em pequena escala tais como a predação (Werner et al. 1983), a concorrência (Werner e Hall, 1979; Hixon e Jones 2005), a complexidade de habitat (Angel Ojeda e 2001; Almany 2004), e a disponibilidade de presas (Pinnegar et al. 2003; Hinz et al. 2005).

Utilização de predadores alternativos como agentes de controle das populações de Pomaceas, pode ser feita por meio do consórcio formado entre o arroz e o peixe. A importância de predadores e presas na regulação do tamanho, abundância e distribuição de um ou outro já é um princípio central na ecologia marinha (Gilinsky 1984; Hixon e Carr, 1997), com um interesse cada vez maior em um ecossistema baseado na abordagem da gestão (Link 2002).

A seleção de presas tende a ser baseada na abundância real e sua disponibilidade dentro do ambiente (Gill 2003; Hinz et al. 2005), mas o tamanho das presas também é conhecido por ser um fator importante na determinação do consumo (Juanes e Conover 1994; Scharf et al. 2000). Moraes et al. (2004) observaram que indivíduos *G. brasiliensis* que variam em comprimento de 6,0 a 19,6 cm, compreendendo uma pequena proporção de jovens e de adultos, compartilharam larvas principalmente Ephemeroptera, Odonata, Trichoptera e Gastropoda (itens de um tamanho maior). Adultos medindo de 19,7 a 26,7 cm têm em comum o consumo de grandes quantidades de Gastropoda, Odonata e Ephemeroptera. Porém, ainda que em quantidades inferiores, com tamanho corporal de 6,1 a 9,4 cm os Carás já se alimentam de Gastropoda. A amplitude bucal de um peixe limita o tamanho máximo da presa que ele pode consumir. Estudos tem demonstrado a importância da abertura da cavidade bucal e tamanho da presa na determinação do consumo e do crescimento subsequente nos primeiros estágios de vida de peixes (Knutsen e Tilseth 1985; Mittelbach e Persson, 1998).

O presente trabalho tem como objetivo determinar em qual tamanho da *P. canaliculata* o caramujo é mais atrativo à predação pelo Cará *G. brasiliensis*, utilizando diversas classes de tamanho do caramujo e correlacionando o diâmetro da cavidade bucal dos peixes com o Índice de Predação (IP) sobre os caramujos.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Localização**

O experimento foi conduzido no Laboratório de Aquicultura Continental (LAC), Instituto de Oceanografia, da Universidade Federal do Rio Grande (FURG), situado à BR 392, à beira da Lagoa dos Patos, no município do Rio Grande, RS (32°01'40" S 52°05'40" W). A área em que se encontra o LAC pertence à Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Sul (FEPAGRO), cedida à FURG para pesquisas em aquicultura.

### **2.2 Obtenção e manutenção dos organismos**

#### **2.2.1 Peixes**

Os 60 Carás *G. brasiliensis* utilizados foram capturados na restinga da Lagoa dos Patos, município do Rio Grande, RS (31°59.235' S, 052°14.634' W), com auxílio de tarrafa, puçás e rede de arrasto, sob licença do Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade – SISBIO n° 35308-1. No ambiente da coleta, verificou-se salinidade 6 (seis), temperatura da água 14°C e oxigênio dissolvido 10,1 mg L<sup>-1</sup>. Utilizando-se caixa de transporte equipada com cilindro de oxigênio, os peixes foram levados até o laboratório, sendo estocados em tanques de polietileno com volume útil de 200 L. O peso médio inicial foi de 49,54 ± 6,72 g e o comprimento total inicial, de 11,70 ± 0,39 cm.

No LAC, os peixes foram mantidos em uma sala à temperatura inicial de 20°C, sob aeração constante, até que se adaptassem ao meio (Figura 9). A biomassa estocada em quatro tanques foi de 4 kg m<sup>-3</sup>. Na renovação e reposição de água dos peixes, coletados em ambiente com salinidade 6 (seis), esta foi diluída gradualmente até chegar em salinidade 0 (zero). Diariamente, a higienização desses tanques realizou-se por sifonamento, com reposição de água no mesmo volume e temperatura da água retirada. Além da reposição após cada sifonagem, a renovação da água foi feita duas vezes por semana, na proporção de 1/3 do volume da água do tanque.

A alimentação foi com ração comercial Guabi® (5% da biomassa), peletizada (entre 1,0 e 1,6 mm) com 40% de proteína bruta (PB), seguindo recomendações de Amaral Jr. (2011).



**Figura 9:** Carás estocados em tanques com volume útil de 200 L, em sala climatizada durante período de aclimação. Fonte: Arquivo pessoal.

### 2.2.2 Caramujos

As desovas de *P. canaliculata*, coletadas em localidades com arrozais, sob a mesma licença do SISBIO (n° 35308-1), foram recolhidas ao laboratório e acondicionadas em 06 tanques, medindo 60 x 40 x 30 cm (volume útil de 45 L). Foi mantida uma lâmina d'água de 10 cm, evitando-se o contato direto das desovas com a água, depositadas sobre estruturas rochosas provenientes de riachos da região. O ambiente foi climatizado a 20°C, com aeração constante, até a eclosão das desovas. As larvas recém-eclodidas foram estocadas em tanques de fibrocimento, na densidade de 30 larvas L<sup>-1</sup>, sendo o nível da lâmina d'água aumentado gradativamente até atingir o volume útil de 45 L. A higienização dos tanques de estocagem das *P. canaliculata* realizou-se por sifonamento, com reposição do mesmo volume e temperatura da água retirada.

Vegetais foram liquidificados usando a proporção de 2:1 (alface: espinafre), 5 mL de melão e 250 mL de água. Passada a fase larval, o alimento fornecido não foi mais liquidificado, sendo mantidas as mesmas proporções da dieta do período inicial, até atingirem as dimensões desejadas, avaliadas pela medida do diâmetro da concha, utilizando paquímetro digital com precisão de

0,01 cm (Mitutoyo®, 500-143B), Figura 10. Na fase de crescimento os caramujos receberam o alimento até a saciedade, sendo estocados na densidade de 20 juvenis L<sup>-1</sup>. Os caramujos receberam aeração no ambiente enriquecido com minerais provenientes de conchas quebradas de moluscos marinhos.



**Figura 10:** Biometria do caramujo *Pomacea canaliculata* com paquímetro digital. Fonte: Arquivo pessoal.

### 2.3 Monitoramento de variáveis abióticas

No período do experimento, diariamente foram medidos, pH (Solar®, SL110), oxigênio dissolvido (Lutron®, DO-5519), temperatura (Lutron®, DO-5519) e salinidade (Alfakit®) da água dos tanques com peixes e com caramujos, para monitoramento da sua qualidade. Em cada tanque com caramujos foram adicionadas 5 g de calcário dolomítico (0,1 g de calcário L<sup>-1</sup>). Amostras de água foram coletadas periodicamente (duas vezes por semana) para análise de nitrogenados (amônia e nitrito) pelo método colorimétrico (espectrofotômetro UV Biospectro® SP-22).

### 2.4 Delineamento experimental

Foram utilizados 15 tanques de fibrocimento (volume útil de 45 L) (Figura 11), com a água aquecida à temperatura de 26°C, num delineamento inteiramente casualizado, com três repetições para cada classe de tamanho dos caramujos (até 3 mm, de 3 a 5, de 6 a 8, de 9 a 11 e de 12 a 14 mm).

Um total de 60 peixes *G. brasiliensis* (n = 4 por unidade experimental) foram distribuídos aleatoriamente nos tanques à temperatura inicial de 20°C, elevada gradualmente até atingir 26°C.

Nos tanques experimentais, os peixes ficaram em privação alimentar por 24 horas antes de receberem os caramujos. Foram pesados em balança eletrônica com precisão de 0,01 g (Bioprecisa®, JH2102) e medidos em ictiômetro, anotando-se o peso e os comprimentos padrão e total dos peixes. A biomassa dos peixes nesses tanques foi de 3,46 kg m<sup>-3</sup>. Uma amostra aleatória de peixes teve o diâmetro bucal medido com paquímetro digital.

Aquecedores individuais acoplados a termostatos elevaram a temperatura da água gradualmente (máximo de 1°C hora<sup>-1</sup>). Juvenis de caramujo *P. canaliculata*, foram selecionados por tamanho e distribuídos (32 por tanque), num total de 480 caramujos.

Após 18 h de exposição à predação do *G. brasiliensis* sobre a *P. canaliculata*, sob fotoperíodo 14:10 (claro/escuro), segundo Moraes et al. (2004) e à temperatura experimental, a água foi passada em peneira (mesh = 1 mm) para contagem dos caramujos restantes. Por diferença, foram calculados os caramujos consumidos e determinado o índice de predação (IP), onde:

IP = (Quantidade de caramujos predados x 100)/Quantidade de caramujos ofertados



**Figura 11:** Unidade experimental estruturada com tanques de fibrocimento.  
Fonte: Arquivo pessoal.

## **2.5 Avaliação do diâmetro da cavidade bucal dos *Geophagus brasiliensis***

Para mensurar o diâmetro da cavidade bucal dos Carás *G. brasiliensis* foram retirados aleatoriamente dos tanques 23 peixes. Cada peixe foi induzido ao dilatamento da mandíbula para medida utilizando paquímetro digital com precisão de 0,01 cm (Mituoyo®, 500-143B). Peso e comprimento total também foram registrados. Estes dados foram processados a fim de saber a correlação entre o comprimento total (CT) e o diâmetro da boca destes Carás.

## **2.6 Composição Proximal da *Pomacea canaliculata***

Caramujos criados nas mesmas condições dos predados, foram levados ao Laboratório de Tecnologia de Alimentos, FURG, após resfriamento, para realização de análise da composição bromatológica dos organismos ingeridos pelos Carás.

Dois tratamentos foram aplicados: no primeiro, os caramujos foram liquidificados, sem serem previamente lavados (SL), permanecendo nas amostras os nitrogenados e demais resíduos do meio de cultivo; no segundo, os caramujos foram lavados (CL) com água a salinidade 0 (zero). Os resultados foram expressos em relação à matéria seca (MS). Todas as determinações foram feitas em triplicatas, seguindo AOAC (2002).

Lipídios foram analisados pelo método de extração de gordura a frio, utilizando mistura de três solventes: clorofórmio, metanol e água, em proporção na qual os três solventes formam solução homogênea. Cinzas foram analisadas pelo método da incineração em mufla, no qual toda a matéria orgânica foi queimada. Cada amostra foi colocada em um cadinho de porcelana, com massa previamente registrada e permaneceu na mufla ( $550^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ ) por 4 h.

A determinação de proteínas foi realizada pelo método de Kjeldahl, no qual avaliou-se o teor de nitrogênio total de origem orgânica. O procedimento baseou-se na digestão da amostra com ácido sulfúrico e mistura catalisadora contendo sulfato de cobre e sulfato de potássio. Na determinação da umidade o método utilizado foi o de secagem em estufa ( $105^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ ), baseado na remoção da água por aquecimento. O conteúdo de carboidratos foi determinado por diferença.



## 2.7 Análise Estatística

Foram calculadas as médias dos dados coletados das variáveis abióticas.

Os dados de Índice de Predação (IP) do Cará *G. brasiliensis* sobre o caramujo *P. canaliculata* em diferentes classes de tamanho (1 = até 3 mm; 2 = de 3 a 5 mm; 3 = de 6 a 8 mm; 4 = de 9 a 11 mm; e 5 = de 12 a 14 mm) foram submetidos à análise de variância de uma via e, posteriormente, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, com 95% de confiança. O mesmo foi aplicado para os métodos de lavagem dos caramujos, na análise da composição bromatológica proximal.

As correlações entre comprimento total e peso vivo do *G. brasiliensis*, comprimento total e diâmetro da boca do *G. brasiliensis*, peso vivo e diâmetro da boca do *G. brasiliensis*, e índice de predação e tamanho da *P. canaliculata*, também foram calculadas.

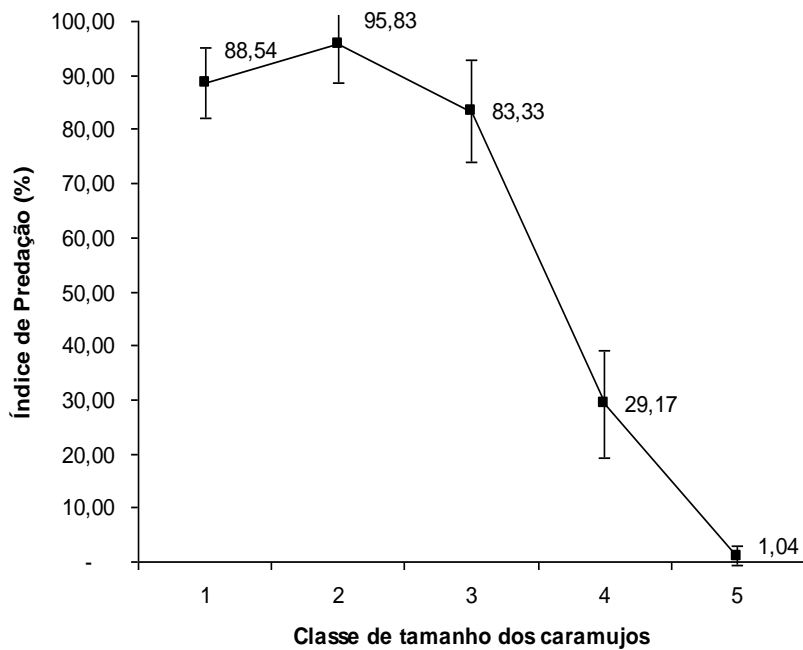
Foi realizada análise de regressão dos dados de comprimento total e diâmetro bucal dos Carás *G. brasiliensis*.

## 3. RESULTADOS

Os dados de Índice de Predação (IP) mostrados na Figura 12, indicam que não houve diferença significativa entre esses índices nas três primeiras classes de tamanhos dos caramujos.

Foram analisadas diversas correlações entre dados biométricos do Cará *G. brasiliensis* e o IP (Tabela I). A correlação entre o índice de predação (IP) e o tamanho da *P. Canaliculata*, como seria de se esperar, resultou forte correlação negativa (-0,91), indicando que caramujos maiores não são consumidos pelos peixes. Ficou, assim, evidente que existe uma estreita correlação entre o tamanho da presa (*P. canaliculata*) e o diâmetro da boca do predador (*G. brasiliensis*), já que este fator limita a ingestão de caramujos maiores.

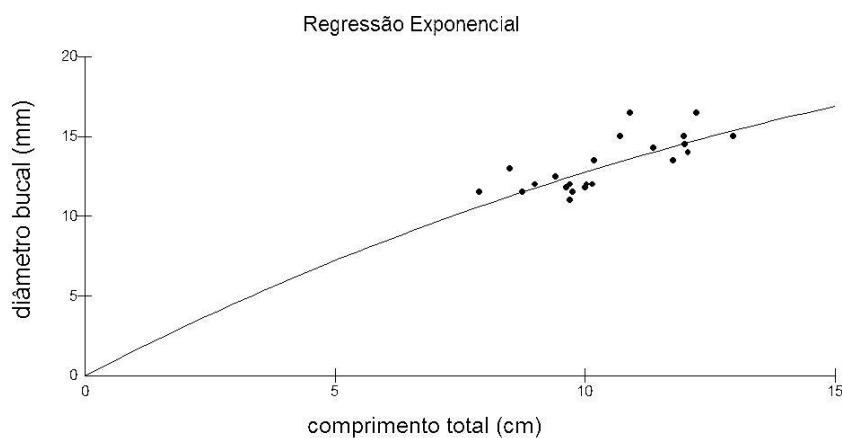
Analisando a correlação entre o diâmetro bucal e o comprimento total dos Carás utilizados no presente experimento encontrou-se correlação positiva de 0,88. Esses dados se ajustam a uma regressão exponencial com  $R^2 = 57,53$  ( $p < 0,0001$ ) expressa pela equação  $Y' = 6,1918 e^{(0,071x)}$  (Figura 13), onde  $Y'$  = diâmetro da boca e  $X$  = comprimento total do peixe.



**Figura 12:** Índice de Predação (IP) do Cará *Geophagus brasiliensis* sobre o caramujo *P. canaliculata* em diferentes classes de tamanho: 1 = até 3 mm; 2 = de 3 a 5 mm; 3 = de 6 a 8 mm; 4 = de 9 a 11 mm; e 5 = de 12 a 14 mm.

**Tabela I** - Correlações entre os parâmetros comprimento total do corpo, peso vivo, diâmetro da boca, dos *Geophagus brasiliensis* e parâmetros índice de predação e comprimento da *P. canaliculata*

Parâmetro analisado	Correlação (R <sup>2</sup> )
Comprimento total x Peso vivo do <i>G. brasiliensis</i>	0,95
Comprimento total x Diâmetro da boca do <i>G. brasiliensis</i>	0,88
Peso vivo x Diâmetro da boca do <i>G. brasiliensis</i>	0,90
Índice de predação x Tamanho da <i>P. Canaliculata</i>	-0,91



**Figura 13:** Estimativa do diâmetro da boca em função do comprimento total do corpo do Cará *Geophagus brasiliensis*, representado por uma Curva da regressão exponencial  $Y' = 6,1918 e^{(0,071x)}$ , onde Y' = diâmetro da boca e X = comprimento total do peixe.

Na análise proximal encontrou-se diferença significativa entre os métodos utilizados (SL, caramujos com biofilme aderido à carapaça e CL, caramujos lavados, sem efeito residual) para o teor de gordura e de cinza (Tabela II). Para os dados da composição proximal da *P. canaliculata*, ofertada como alimento ao Cará *G. brasiliensis*, o teor de proteína nos dois métodos (média de 17,85%), com e sem lavagem previa, não diferiu significativamente (Tabela II). Ao contrário da proteína, foi observado alto teor de cinza (média de 68,74%), com teores significativamente diferentes ( $p < 0,05$ ) entre os dois métodos, com valores maiores para os caramujos sem efeito residual (CL). O teor de gordura foi significativamente maior ( $p < 0,05$ ) para os caramujos com efeito residual do ambiente (SL), mantendo todo o biofilme aderido.

**Tabela II** - Composição Proximal (em matéria seca) dos caramujos *P. canaliculata* servidos como alimento para o Cará *G. brasiliensis*

Caramujo (*)	Umidade	Composição proximal em base seca			
		Proteína	Gordura	Cinzas	ENN
CL	87,96 <sup>a</sup>	17,33 ± 2,36 <sup>a</sup>	0,97 ± 0,68 <sup>a</sup>	71,07 ± 0,11 <sup>a</sup>	10,66 ± 2,44 <sup>a</sup>
SL	91,50 <sup>a</sup>	18,37 ± 1,04 <sup>a</sup>	3,17 ± 0,10 <sup>b</sup>	66,41 ± 0,16 <sup>b</sup>	12,05 ± 2,32 <sup>a</sup>

Obs.: Médias seguidas da mesma letra, nas colunas, não diferem significativamente ( $p > 0,05$ ), de acordo com o teste de Tukey. (\*) CL = com lavagem prévia; SL = sem lavagem, com biofilme aderido.

#### 4. DISCUSSÃO

O tamanho corpóreo dos *Geophagus brasiliensis* foi relacionado com o hábito alimentar da espécie por Moraes et al. (2004) e organizado nas seguintes classes: I = 2,6-6,0 cm; II = 6,1-9,4 cm; III = 9,5-12,8 cm; IV = 12,9-16,2 cm; V = 16,3-19,6 cm; VI = 19,7-23,0 cm; VII = 23,1-26,7 cm. Segundo os autores, a partir da Classe II eles já se alimentam de Gastropoda. No presente experimento os peixes utilizados tinham peso médio de  $55,91 \pm 8,99$  g e comprimento total de  $14,11 \pm 1,45$  cm, ou seja, na classificação de Moraes et al. (2004) pertencem à classe IV. Nesta classe, consomem alimentos de tamanho maior na dieta principal, incluindo o Gastropoda como segundo maior índice alimentar, numa proporção de 12,06% da dieta.

A ocorrência de dieta flexível é uma característica marcante da ictiofauna fluvial tropical, onde a maioria das espécies pode mudar de um alimento para outro tão logo ocorram oscilações na abundância relativa do recurso alimentar em

uso, motivadas por alterações ambientais espaço-temporais. Quase todas as espécies mudam troficamente durante a ontogenia, e em muitas populações, os indivíduos podem apresentar preferências alimentares ou fazer uso de táticas alimentares distintas, conduzindo a um forrageamento intra-específico diferenciado (Abelha et al. 2001). Tais alterações são normalmente acompanhadas de alterações morfológicas, alterações de tipos de alimentos, e de exploração do habitat (Wootton 1998; Matthews 1998). A habilidade do *G. brasiliensis* em adaptar-se ao meio, evidencia a possibilidade de um desempenho satisfatório deste peixe quando induzido a permanecer temporariamente no meio de cultivo do arroz irrigado.

A seleção de presas tende a ser baseada na abundância real e disponibilidade de presas dentro do ambiente (Gill 2003; Hinz et al. 2005), mas o tamanho das presas também é conhecido por ser um fator importante na determinação consumo (Juanes e Conover 1994; Scharf et al. 2000). Espécies de água doce mudam de um alimento para outro em função de sua maior disponibilidade no ambiente (Abelha et al. 2001; Gill 2003; Hinz et al. 2005). Sendo assim, esperava-se que os Carás consumissem os caramujos porque eram os únicos itens alimentares disponíveis nos tanques experimentais.

Foram observados maiores índices de predação sobre os exemplares juvenis, com tamanhos inferiores a 10 mm, indicando que os Carás se alimentaram mais facilmente de pomáceas menores, naturalmente limitados pelo diâmetro bucal. O tamanho da boca e a habilidade de locomoção também foram registrados por Wootton (1990) como alterações sofridas pelos peixes durante seu crescimento.

Após o período de aclimação os *G. brasiliensis* começaram a receber e aceitar ração comercial com 40% de proteína bruta, a 5% do seu peso vivo. Esta é uma dieta diferente da que ele estava acostumado na natureza, porém era sua única alternativa de alimento e foi aproveitada.

A relação predador e presa, está disponível para uma variedade de animais (Wilson, 1975) e um padrão largamente declarado nas causas de relações positivas entre a abertura da cavidade bucal do predador e o tamanho da presa (Juanes e Conover 1994; Scharf et al. 2000; Johnson, 2012). No caso dos Carás, tanto o comprimento total quanto o peso vivo, tem elevada correlação com o diâmetro da boca e podem ser considerados como limitantes para o consumo de pomáceas maiores do que 9 mm, confirmando o que foi dito por Johnson (2012). Os

resultados de diâmetro da boca dos Carás nos permitiram compreender as razões pelas quais *P. canaliculata* mensurando mais que 9 mm não foram consumidos.

Considerando que os peixes comem primariamente também para cobrir suas necessidades de energia (Pereira-da-Silva et al. 2004), a ingestão voluntária de alimento pode ser influenciada pela quantidade de energia na dieta. Os lipídios são boas fontes de energia para os peixes, pois têm 2,25 vezes mais energia do que os hidratos de carbono. Porém, os caramujos utilizados no experimento configuram um alimento com baixo teor de lipídios em relação à quantidade necessária para peixes onívoros, como demonstrado em estudos feitos para truta, salmão e catfish. Na natureza a quantidade de gordura na alimentação destes peixes varia de 2 a 20% (Santos, 2013). Em análise proximal, a *P. canaliculata* ofertada possui 0,97% a 3,17% de lipídios (Tabela II). Este último valor se refere ao teor de gordura efetivamente ingerido pelo Cará, somando o caramujo com resíduos aderidos (caramujos não lavados).

Pode-se inferir que as respostas dos *G. brasiliensis* quanto ao índice de predação constatado tenham sido condicionadas pelo estímulo causado pela disponibilidade, necessidade em consumir alimentos e, pela relação entre o tamanho dos caramujos e o diâmetro da boca dos Carás.

## 5. CONCLUSÕES

Os Carás *G. brasiliensis* são predadores eficientes da *P. canaliculata* nos seus estágios iniciais de crescimento, não permitindo que alcance dimensões que a tornam devastadora para o cultivo do arroz.

## 6. LITERATURA CITADA

Abelha MCF, Agostinho AA, Goulart E 2001. Plasticidade trófica em peixes de água doce. Maringá. *Acta Scientiarum* 23 ( 2): 425–434.

Abelha, MCF & Goulart E 2004. Oportunismo Trófico de *Geophagus brasiliensis* (Quoy & Gaimard, 1824) (Osteichthyes, Cichlidae) no Reservatório de Capivari, Estado do Paraná, Brasil. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, 26 ( 1): 37-45.

Almany G 2004. Does increased habitat complexity reduce predation and competition in coral reef fish assemblages? *Oikos* 106(2): 275-284.

- Angel A, Ojeda F 2001. Structure and trophic organization of subtidal fish assemblages on the northern Chilean coast: the effect of habitat complexity. *Marine Ecology Progress Series*, 217: 81-91.
- AOAC INTERNATIONAL. *Official methods of analysis*. 16<sup>a</sup> ed., 3<sup>a</sup> rev. Gaithersburg: *Published by AOAC International*, 2002. 2 (32) 1-43.
- Cazzaniga, NJ 2002. Old species and new concepts in the taxonomy of Pomacea (Gastropoda: Ampullariidae). *Biocell*, 26(1): 71-81.
- Costa, CSB, Marangoni JC, Azevedo AMG 2003. Plant zonation in irregularly flooded salt marshes: relative importance of stress tolerance and biological interactions. *Journal Ecologic*, 5 (91).
- Cowie, RH, Thiengo SC 2003. The apple snails of the Americas (Mollusca: Gastropoda: Ampullariidae: *Asolene*, *Felipponea*, *Marisa*, *Pomacea*, *Pomella*): a nomenclatural and type catalog. *Malacologia* (45): 41-100.
- Garcia, AM, Vieira JP, Winemiller KO 2001. Dynamics of shallow-water fish assemblage of the Patos Lagoon estuary (Brazil) during cold and warm ENSO episodes. *Journal of Fish Biology*, ( 59) 1218-1238.
- Genner M, Sims D, Wearmouth V, Southall E, Southward A, Henderson P, Hawkins S. 2004. Regional climatic warming drives long-term community changes of British marine fish. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences. Biology Science*. 271(1539): 655-661.
- Ghesquiere, SAI 2005. Apple Snails. Disponível em: <http://www.applesnail.net/>. Acesso em: 05/abr/2012.
- Gilinsky, E 1984. The role of fish predation and spatial heterogeneity in determining benthic community structure. *Ecology*, 65(2): 455-468.
- Gill, AB 2003. The dynamics of prey choice in fish: the importance of prey size and satiation. *Journal. Fish Biology*. 63(s1): 105-116.
- Hayes, KA, Joshi RC, Thiengo SC, Cowie RH 2008. Out of South América: multiple origins of non-native apple snails in Ásia. *Diversity and Distributions*, ( 14): 701-712.

- Hinz, H, Kroncke I, Ehrich S 2005. The feeding strategy of dab *Limanda limanda* in the southern North Sea: linking stomach contents to prey availability in the environment. *Journal Fish Biology*, 67: 125–145.
- Hixon MA, Jones GP. 2005. Competition, predation, and density-dependent mortality in demersal marine fishes. *Ecology* 86(11): 2847-2859.
- Hixon, M, Carr M 1997. Synergistic predation, density dependence, and population regulation in marine fish. *Science* (Washington, D.C.), 277(5328): 946-949.
- Hylton, SMI 1958. Estudio morfológico y taxonómico de los ampullaridos de la República Argentina. Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales 'Bernardino Rivadavia' e Instituto Nacional de Investigación de las Ciencias Naturales. *Ciencias Zoológicas*, ( 3): 231-333.
- Johnson, AF, Valls M, Moranta J, Jenkins S, Hiddink JG, Hinz H. 2012. Effect of prey abundance and size on the distribution of demersal fishes. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 69 (1): 191-200.
- Juanes F, Conover DO 1994. Piscivory and prey size selection in young-of-the-year bluefish: predator preference or size-dependent capture success? *Marine Ecology Progress Series* (114): 59–69
- Knutsen G, Tilseth S 1985. Growth, development, and feeding success of Atlantic cod larvae *Gadus morhua* related to egg size. *Transactions of the American Fisheries Society* 114(4): 507-511
- Link, JS 2002. What does ecosystem-based fisheries management mean? *Fisheries*, 27(4): 18–21.
- Magalhães, AMJ, Gomes AS, Santos AB 2004. Sistema de Cultivo de Arroz Irrigado no Brasil, *EMBRAPA*, 3: 270.
- Martins, JFS, Ferreira E, Petrini JA, Borrigossi JAF, Silva JJC, Grützmacher AD, Cunha US 2005. Pragas no Arroz Irrigado, maio 2012. Disponível em: <http://www.cpact.embrapa.br/publicacoes/catalogo/tipo/sistemas/arroz/cap13.htm>. Acesso em: Mai/2013.

- Matthews, WJ 1998. Patterns in Freshwater Fish Ecology. Chapman & Hall, London. 752 p.
- Mittelbach G, Persson L 1998. The ontogeny of piscivory and its ecological consequences. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 55(6): 1454-1465.
- Moraes, MFPG, Barbola IF, LF Duboc 2004. Feeding habits and morphometry of digestive tracts of *Geophagus brasiliensis* (Osteichthyes, Cichlidae), in a lagoon of high Tibagi river, Paraná state, Brazil. *Biology Health Science*, 10 (1): 37-45.
- Moranta, J, Stefanescu C, Massuti E, Morales-Nin B, Lloris D 1998. Fish community structure and depth-related trends on the continental slope of the Balearic Islands (Algerian basin, western Mediterranean). *Marine Ecology Progress Series*. 171: 247-259.
- Pereira-Da-Silva, EM, Orsoli DN, Araújo LF, Cantelmo OÂ, Merighe GKF 2004. Regulação da Ingestão Protéica na Tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 33 ( 6): 1921-1927.
- Pinnegar JK, Trenkel VM, Tidd AN, Dawson WA, Du Buit MH 2003. Does diet in Celtic Sea fishes reflect prey availability? *Journal of Fish Biology* 63: 197-212.
- Ramsdorf, W. Utilização de duas espécies de *Astyanax* (*Astyanax* SP B e A. *altiparanae*) como bioindicadores de região contaminada por agrotóxico. Dissertação (Mestre em Genética) – Universidade Federal do Paraná, 2007, 127 p.
- Santos, EL, Cavalcanti MCA, Fregadolli FL, Meneses DR, Temoteo MC, Lira JE, Fortes CR 2013. Considerações sobre o manejo nutricional e alimentar de peixes carnívoros. *Revista eletrônica Nutritime*, 11 (2): 2314-2351.
- Scharf F, Juanes F, Rountree R 2000. Predator size–prey size relationships of marine fish predators: interspecific variation and effects of ontogeny and body size on trophic-niche breadth. *Marine Ecology Progress Series*. 208: 229–248.



- Seeliger, U, Cordazzo CV, Oliveira CPL, Seeliger M 2000. Long-term Changes in Coastal Foredunes of the Southwest Atlantic. *Journal of Coastal Research*, 4 (16): 1068-1073.
- Silva, JJC, Souza RM, Raupp AAA, Coelho RW, Rodrigues RC 2005. Introdução e Desenvolvimento da Agricultura Sustentável na Restinga da Lagoa Mirim. Embrapa Clima Temperado. *Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento*, 16.
- Sin, TS 2003. Damage potential of golden apple snail *Pomacea canaliculata* in irrigated rice and control by cultural approaches. *International Journal of Pest Management*, 49 ( 1): 49-55.
- Werner, E, Gilliam J, Hall D, Mittelbach G, 1983. An experimental test of the effects of predation risk on habitat use in fish. *Ecology*, 64(6): 1540–1548.
- Werner, E, Hall D 1979. Foraging efficiency and habitat switching in competing sunfishes. *Ecology*, 60(2): 256–264.
- Wilson DS 1975. The adequacy of body size as a niche difference. *American Naturalist*, 109:769–784.
- Wootton, RJ 1990. *Ecology of teleost fishes*. Chapman and Hall, New York, 404.
- Wootton, RJ 1998. *Ecology of teleost fishes*. Kluwer Academic Publishers, London.

## 7. CONCLUSÃO GERAL

O controle biológico do caramujo *Pomacea canaliculata*, pelo Cará *Geophagus brasiliensis* é eficaz sob influência de temperaturas a partir de 26°C (temperatura registrada no período do plantio do arroz no sul do Brasil).

A predação do caramujo pelo Cará não é favorecida nas temperaturas de 18°C e 22°C.

Nos estágios iniciais de crescimento das *P. canaliculata* (até 10 mm), *G. brasiliensis* apresentou índice predação entre 83,33 e 95,54%. Com a predação de pomáceas juvenis o *G. brasiliensis* não permite que esses caramujos alcancem dimensões maiores, quando se tornariam devastadores para o cultivo do arroz.

A abertura da cavidade bucal do *G. brasiliensis* é um fator limitante para a predação dos caramujos *P. canaliculata* em virtude do tamanho de suas conchas.