



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO SUL DA BAHIA  
CENTRO DE FORMAÇÃO EM CIÊNCIAS AGROFLORESTAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOSISTEMAS  
DOUTORADO/MESTRADO EM BIOSISTEMAS**

**SHAYANA DE SOUZA OLIVEIRA**

**ASPECTOS POPULACIONAIS DO CAMARÃO DE ÁGUA DOCE  
*MACROBRACHIUM AMAZONICUM* (DECAPODA, PALAEMONIDAE) NO  
RESERVATÓRIO DA UHE CAÇU, CAÇU,  
GOIÁS**

**ITABUNA-BA  
2023**

SHAYANA DE SOUZA OLIVEIRA

**ASPECTOS POPULACIONAIS DO CAMARÃO DE ÁGUA DOCE  
*MACROBRACHIUM AMAZONICUM* (DECAPODA, PALAEMONIDAE) NO  
RESERVATÓRIO DA UHE CAÇU, CAÇU,  
GOIÁS**

DISSERTAÇÃO APRESENTADA AO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOSISTEMAS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO SUL DA BAHIA, COMO REQUISITO PARA A OBTENÇÃO DO TÍTULO DE MESTRE(A) EM BIOSISTEMAS.

ORIENTADOR(A): DR. FABRÍCIO LOPES DE CARVALHO

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: BIOLOGIA COMPARADA DE CRUSTÁCEOS; ECOLOGIA DE COMUNIDADES BÊNTICAS

LINHA DE PESQUISA: FUNCIONAMENTO E SUSTENTABILIDADE DE BIOSISTEMAS

ILHÉUS - BA  
2023

**ASPECTOS POPULACIONAIS DO CAMARÃO DE ÁGUA DOCE  
MACROBRACHIUM AMAZONICUM (DECAPODA, PALAEMONIDAE) NO  
RESERVATÓRIO DA UHE CAÇU, CAÇU,  
GOIÁS.**

**SHAYANA DE SOUZA OLIVEIRA**

DISSERTAÇÃO APRESENTADA COMO REQUISITO PARA A OBTENÇÃO DO TÍTULO DE MESTRE(A) EM  
BIOSSISTEMAS.

APROVADO EM: 31/03/2023.



Documento assinado digitalmente

**FABRÍCIO LOPES DE CARVALHO**

Data: 17/02/2024 11:19:45-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

PROF. DR. FABRÍCIO LOPES DE CARVALHO (ORIENTADOR)

UNIVERSIDADE FEDERAL DO SUL DA BAHIA - UFSB



Documento assinado digitalmente

**SERGIO SCHWARZ DA ROCHA**

Data: 09/02/2024 17:03:20-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

PROF. DR. SÉRGIO ROCHA (EXAMINADOR EXTERNO)

UNIVERSIDADE FEDERAL DO SUL DA BAHIA - UFRB



Documento assinado digitalmente

**ERMINDA DA CONCEICAO GUERREIRO COUTO**

Data: 15/02/2024 12:37:05-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

PROF. DRA. ERMINDA DA CONCEIÇÃO GUERREIRO COUTO (EXAMINADORA EXTERNA)

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE SANTA CRUZ - UESC



Documento assinado digitalmente

**BRUNO GABRIEL NUNES PRALON**

Data: 15/02/2024 15:14:13-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

PROF. DR. BRUNO GABRIEL NUNES PRALON (EXAMINADOR EXTERNO)

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PIAUÍ - UFPI

**Catálogo na Publicação (CIP)**  
**Universidade Federal do Sul da Bahia (UFSB)**  
**Sistema de Bibliotecas (SIBI)**

O48a Oliveira, Shayana de Souza, 1991-

Aspectos populacionais do camarão de água-doce *Macrobrachium amazonicum* (decapoda, palaemonidae) no reservatório da UHE Caçu, Caçu, Goiás / Shayana de Souza Oliveira. – Ilhéus: UFSB, 2023. - 41f.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Sul da Bahia, Campus Jorge Amado, Centro de Formação em Ciências Agroflorestais, Programa de Pós-Graduação em Biosistemas, 2023.

Orientador: Dr. Fabrício Lopes de Carvalho.

1. Camarões (Animal) – Ecologia - Caçu (GO). 2. Crustáceos. 3. Invertebrados de água doce. I. Título. II. Carvalho, Fabrício Lopes de.

CDD – 595.3

**Elaborada por Raquel da Silva Santos – CRB-5ª Região/ 1922**

# SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b>	<b>10</b>
<b>2. OBJETIVOS</b>	<b>13</b>
<b>3. MATERIAIS E MÉTODOS</b>	<b>14</b>
<b>4. RESULTADOS</b>	<b>19</b>
<b>5. DISCUSSÃO</b>	<b>29</b>
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>35</b>



## RESUMO

As ações antrópicas em ambientes aquáticos podem interferir significativamente na abundância, diversidade e ciclos de vida dos organismos aquáticos, sendo as usinas hidrelétricas um dos principais fatores dessas mudanças, pois transforma o ambiente em vários graus de degradação como no nível do rio, ambientes se tornando lóticos ou lênticos, dentre outros. O presente estudo buscou compreender as características demográficas da população de *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) e suas relações com variáveis ambientais, bem como a sua variação nictemeral de captura no reservatório da usina hidrelétrica de Caçu, localizada no médio rio Claro, em Goiás. As coletas foram realizadas entre setembro de 2021 e setembro de 2022. Para amostragens dos camarões utilizou-se peneiras e armadilhas. Os espécimes foram identificados, sexados e mensurados quanto ao comprimento da carapaça. Foram amostrados 2476 indivíduos de *M. amazonicum*. Do total amostrado, 558 foram machos (436 jovens e 122 adultos), 919 fêmeas (57 fêmeas ovíferas, 801 jovens e 61 adultas) e 1019 juvenis indefinidos, com razão sexual de 1,7 fêmea:1 macho. Por meio da CCA, verificou-se que todas as variáveis abióticas analisadas (condutividade, nitrato, turbidez e fósforo) apresentaram relação significativa com a abundância da espécie na área estudada. Os dados sugerem que a população deste reservatório se reproduz o ano todo e que os machos da espécie se encontram mais ao fundo do reservatório. Além disso, a variação nictemeral demonstrou que as atividades desse camarão atingiram seu clímax no período da noite (00h) quando há presença de maiores quantidades de adultos (machos e fêmeas).

**PALAVRAS-CHAVE:** Camarão-da-amazônia, reservatórios, categorias demográficas, cerrado, características populacionais.

## ABSTRACT

Anthropogenic actions in aquatic environments can significantly interfere with the abundance, diversity and life cycles of these organisms, with hydroelectric power plants being one of the main factors of these changes, as they transform the environment to various degrees, including at river level, environments becoming lotic or lenics, among others. The Caçu hydroelectric power plant, located on the middle Claro river, in Goiás, the present study sought to understand the demographic and environmental characteristics of the population *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) and its nyctemeral behavior in the reservoir of the Caçu hydroelectric power plant. The collections were carried out during the dry and rainy season between 2021 and 2022, with three specific collections for the full analysis from June to August 2022. For shrimp sampling, sieves and traps were used. The specimens were identified, sexed and measured for carapace length (CC) and stride. Males > 4.98 mm and females > 6.55 mm were considered adults, and those with < 1.60 mm were considered undefined. Data were evaluated using a canonical correlation analysis (CCA). A total of 2476 individuals of *M. amazonicum* were sampled. Of the total sampled, 558 were males (436 juveniles and 122 adults), 919 females (57 ovigerous females, 801 juveniles and 61 adults) and 1019 undefined juveniles, with a sex ratio of 1.7Female:1Male. Through the CCA, it was verified that all the abiotic variables are being presented as significant, being conductivity, nitrate, turbidity and phosphorus. The data suggest that the population of this reservoir reproduces throughout the year and that the males of the species are found at the bottom of the reservoir. Furthermore, the nyctemeral variation declares that the activities of this shrimp reach their climax at night (00h) when there are greater quantities of adults (males and females).

**Keywords:** Amazonian shrimp, reservoirs, demographic categories, cerrado, Goiás, population characteristics.



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 - Mapa de localização do reservatório da Usina Hidrelétrica Caçu com os pontos onde foram realizadas as coletas no período de 2021-2022.

FIGURA 2 - Boxplot da média dos dados dos parâmetros abióticos analisados durante o período de coleta. (OD= Oxigênio Dissolvido) no reservatório de Caçu entre setembro de 2021 e setembro de 2022.

FIGURA 3 - Adaptado de Inpe.br: Precipitação mensal na região 99, que compreende o município de Caçu-Goiás no ano de 2022 em vermelho e histórico de chuvas em preto. Adaptado do CPTEC/INPE.

FIGURA 4 - Distribuição dos grupos demográficos nas campanhas no reservatório de Caçu entre setembro de 2021 e setembro de 2022. (FA= fêmea adulta, FJ= fêmea jovem, I= indefinido, MA= macho adulto e MJ= macho jovem).

FIGURA 5 - Abundância dos espécimes coletados entre os pontos amostrados durante o período de coleta no reservatório de Caçu entre setembro de 2021 e setembro de 2022.

FIGURA 6 - Comprimento da carapaça dos espécimes coletados entre os pontos amostrados durante o período de coleta no reservatório de Caçu entre setembro de 2021 e setembro de 2022.

FIGURA 7 - Comprimento da carapaça nos períodos de chuva e seca para machos e fêmeas de *Macrobrachium amazonicum* no reservatório de Caçu entre setembro de 2021 e setembro de 2022. (FA= Fêmea adulta e MA= Macho adulto)

Boxplot da média Diferenças Comprimento da carapaça nos períodos de chuva (A) e para machos (B) e fêmeas de *Macrobrachium amazonicum* no reservatório de Caçu entre setembro de 2021 e setembro de 2022 (CC= Comprimento da Carapaça).

FIGURA 8 - Relação entre abundância de *Macrobrachium amazônico* e precipitação no reservatório de Caçu entre setembro de 2021 e setembro de 2022.

FIGURA 9 - Abundância de cada grupo demográfico de *Macrobrachium amazônico* em função da precipitação no reservatório de Caçu entre setembro de 2021 e setembro de 2022.

Figura 10. Análise de Correlação Canônica entre os grupos demográficos, durante todo o período de campanha de setembro de 2021 a setembro de 2022. (MJ= Macho jovem, MA= Macho adulto, FJ= Fêmea jovem, FA= Fêmea adulta, O= Ovígera, I= Indefinido).

FIGURA 11 - Indivíduos capturados de acordo com o grupo demográfico no reservatório de Caçu entre junho de 2022 e agosto de 2022. (FA= fêmea adulta, FJ= fêmea jovem, MA= macho adulto, MJ= macho jovem, I= indefinidos).

Figura 12.- Abundância total de indivíduos capturados a cada 6h nas três amostragens realizadas no reservatório de Caçu entre junho de 2022 e agosto de 2022. Não houve captura no horário de 12 horas.

FIGURA 13 - Média do comprimento da carapaça nos horários de coleta de 12h, 18h, 00h e 06h no reservatório de Caçu entre junho de 2022 e agosto de 2022, não foi coletado indivíduos no horário de 12h. (Resultado da comparação par a par, A= 0h e 06h e B= 18h).

## 1. INTRODUÇÃO

Ao longo de séculos, córregos e rios têm sido impactados por atividades humanas variadas, como urbanização e agricultura (Spangenberg *et al.*, 2009). Em função disso, significativos componentes naturais que fornecem valiosos serviços ecossistêmicos aos seres humanos foram se perdendo (Perez-Reyes, 2014). As alterações causadas nos recursos hídricos podem aumentar a erosão das margens, assoreamento e sedimentação dos corpos d'água, além de diminuir a abundância, diversidade e interferir no ciclo de vida dos organismos presentes no local. Dentre esses sistemas humanos que alteram drasticamente o ambiente em que estão inseridos, as barragens hidrelétricas criam um ambiente lântico (característica de lago) a montante do empreendimento e lótico a jusante (característica de rio) (Agostinho; Pelicice; Gomes, 2008; Tundisi, 2008).

Nesse ambiente, a montante é ditada pelo clima e a jusante pela abertura dos vertedouros dessas barragens (Melo *et al.*, 2016). Em Goiás, especificamente no médio rio Claro, onde se localizam as Usinas Hidrelétricas de Caçu, Barra dos Coqueiros, Foz do rio Claro e duas pequenas centrais hidrelétricas no percurso do rio Claro, esses reservatórios possuem formato de cascata e são de grande importância para as regiões em que estão inseridos, visto que além da produção de energia, são responsáveis pelo abastecimento de água para uso industrial e doméstico (Andrade *et al.*, 2012; Paschoal *et al.*, 2012). Dentro desses reservatórios, há também diversos impactos, como aumento na deposição de sedimentos e erosão de margens, diminuição do oxigênio dissolvido na água, anoxia das camadas mais profundas, aumento na decomposição da matéria orgânica e processos de eutrofização (Junk & Melo, 1990). Inseridos nesses processos, estão os componentes nitrogenados, como nitrito, nitrato e amônia, e além destes, o fósforo, o que em maior quantidade demonstra processos de atividade biológica no ambiente (Affonso, *et al.*, 2016). Apesar de serem encontrados de forma natural no ambiente, esses compostos químicos acabam recebendo atenção maior por facilmente atingirem doses letais e subletais para a comunidade aquática (Brazão, 2018).

A abundância e a composição de espécies no ambiente aquático sofrem com os efeitos gerados pelas barragens, visto que as espécies são diretamente afetadas por meio da alteração de habitats pelo enchimento da barragem, mudança de nutrientes no reservatório e do ciclo de matéria no ciclo da água (Agostinho; Pelicice; Gomes, 2008; Tundisi, 2008). Conseqüentemente, as dinâmicas dos organismos aquáticos são alteradas (Odinetz-Collart, 1988). Dentre esses organismos, o camarão *Macrobrachium amazonicum* (Heller 1862), conhecido como “camarão canela e camarão da amazônia” é uma das espécies de Decapoda mais abundantes nesses

ambientes. Apesar de ser uma espécie endêmica da região Amazônica (Odinetz-Collart, 1991), também é encontrada nas bacias dos rios Paraná e São Francisco (Bialetzki et al., 1997; Sampaio et al., 2007), bem como em outras bacias da América do Sul (Kensley & Walker, 1982; Melo, 2003; Valencia & Campos, 2007; Vergamini et al., 2011) e Central (Freire, J.L.; Marques, C. B. & Silval, B. B., 2012). No Brasil, a espécie se encontra em todas as regiões do país (Melo, 2003). A ocorrência de *M. amazonicum* em bacias fora da região amazônica pode ter ocorrido de forma natural ou de forma artificial, sendo intencional ou não, por ações antrópicas (Magalhães et al. 2005; Vergamini et al., 2011). Nas décadas passadas, *M. amazonicum* foi introduzido em diversos reservatórios e em fazendas de camarões como fonte de proteína (Paiva e Campos, 1995), o que pode ter acontecido na sub-bacia do rio Claro.

A amplitude de ocorrência do *M. amazonicum* em áreas dulcícolas e estuarinas é resultado de sua elevada plasticidade ecológica (Hayd & Anger, 2013), colonizando diferentes ambientes (Vergamini et al., 2011; Pantaleão et al., 2012). A espécie possui populações costeiras em áreas com influência marinha e populações continentais sem influência marinha (Hayd e Anger, 2013; Maciel & Valenti, 2009; Paschoal, 2017, Pileggi & Mantelatto, 2010; Vergamini et al., 2011). A grande variabilidade fenotípica das populações de *M. amazonicum* ainda não é completamente compreendida e pode ser devidos à fatores ambientais, hidrológicos e físicos que podem promover ou limitar às características intraespecíficas dos indivíduos (Odinetz-Collart, 1988; Maciel & Valenti, 2009), bem como reflexo de diferentes linhagens (Vergamini et al., 2011), algumas das quais tratadas recentemente como espécies distintas (Santos, Hayd & Anger, 2013).

Outro aspecto importante na estrutura da população é a relação dos indivíduos com a exposição à luz. Essa variável afeta diversos processos fisiológicos e comportamentais nos organismos, inclusive em crustáceos, como por exemplo a locomoção, alimentação, acasalamento, mudança de cor e metabolismo (MEYER-ROCHOW, 1994). Assim, vários grupos aquáticos desenvolveram ritmos nictemerais (24 horas) como respostas adaptativas às variações do meio (MOREIRA; ODINETZ-COLLART, 1993). Assim, a variação nictemeral, como outros aspectos interespecíficos, pode alterar os resultados da estrutura populacional, dependendo do efeito da hora das coletas no desenho amostral adotado.

Nota-se que o conhecimento da história de vida da espécie é fragmentado, já que a maior parte dos estudos feitos é relacionado a populações anfídrômas (Anger, 2009). Além disso, a espécie está entre as várias do gênero que se destacam nas comunidades biológicas que habitam esses sistemas aquáticos e se destacam nas comunidades por sua importância em processos

ecológicos e por atuarem em vários níveis da cadeia trófica (Lima et al. 2014). Ademais, podemos citar também a sua importância enquanto um recurso econômico como isca para pesca esportiva e fonte de proteína para a pesca artesanal e ictiofauna (Maciel & Valenti, 2009, De Grave, *et al.* 2015, Silva et al., 2002; Magalhães et al. 2005; Lucena-Frédou et al., 2010). O conhecimento sobre a distribuição e outras características populacionais e espaço-temporais nesses ambientes lênticos de reservatório ainda é incipiente (Bueno, 2019). Adicionalmente, a compreensão da relação entre fatores abióticos (tais como precipitação, pH, turbidez, condutividade, temperatura da água, oxigênio dissolvido, nitrito, nitrato, amônia e fósforo) e bióticos (como abundância e tamanho) são de extrema importância para o manejo de *M. amazonicum* em ambientes alterados antropicamente, como os reservatórios artificiais, já que esses mudam à característica do local.

O referido trabalho visa prover informações sobre aspectos populacionais e espaço-temporais de *M. amazonicum* e as suas relações com variáveis ambientais, a fim de identificar se há variáveis que respondem a atividade antrópica e se essas podem provocar alterações em aspectos populacionais da espécie em reservatórios. Baseados nesses resultados, espera-se compreender a dinâmica do sistema nas características da população.

## 2. OBJETIVOS

**2.1 Objetivo Geral:** Descrever as características populacionais e ciclo nictemeral do *Macrobrachium amazonicum* no reservatório da barragem de Caçu, no rio Claro, estado de Goiás e quais variáveis abióticas (precipitação, oxigênio dissolvido, pH, condutividade, turbidez, temperatura da água, nitrato, nitrito, amônia e fósforo) influenciam na estrutura da população durante o período de chuva e seca.

### **2.2 Objetivo específico:**

- (i) relacionar a abundância e tamanho de *M. amazonicum* com as diferentes variáveis abióticas ((precipitação, oxigênio dissolvido, pH, condutividade, turbidez, temperatura da água, nitrato, nitrito, amônia e fósforo) encontradas entre a estação seca e de chuva;
- (ii) comparar as características populacionais (grupos demográficos, comprimento da carapaça e abundância) e ambientais em cada período (seco e chuvoso);
- (iii) comparar as variáveis abióticas analisadas com a resolução CONAMA 357/05
- (v) apresentar a variação nictemeral do *M. amazonicum* no lago

### **3. MATERIAIS E MÉTODOS**

#### **3.1 Área de Estudo**

A área de estudo situa-se no município de Caçu, no estado de Goiás, com clima tropical e 450 m de altitude em relação ao nível do mar e população estimada em 16.270 de habitantes (IBGE, 2020). O rio Claro localiza-se na bacia do rio Claro, no trecho de influência do reservatório da UHE Caçu e é um dos principais rios tributários do rio Parnaíba, onde ocorrem barragens hidrelétricas de grande porte.

O lago do reservatório de Caçu encontra-se no baixo curso do rio Claro e é caracterizado por fragmentos de pastagens e lavouras, com formações naturais (NOVELIS, 2005). O reservatório de Caçu possui como principais afluentes os córregos Caçu, Caçada e João Maria na sua margem direita e os córregos Caju, Fundão e Ribeirão dos Paula na margem esquerda (Ribeiro, *et al.* 2015).

O reservatório da Usina Hidrelétrica de Caçu tem em seu entorno Áreas de Preservação Permanente (APP), área de lixo, áreas de residências, áreas sem vegetação e de campo aberto. Na maioria dos pontos amostrados, se encontravam formações de vegetação características da região (cerradões).

De acordo com Ribeiro, *et al* 2015, após o enchimento do lago do reservatório da UHE Caçu, a área ocupada da região foi de pastagem (74,03%), vegetação (20,69%), solo descoberto (0,73%), água (3,34%), cultura (0,94%) e silvicultura (0,28%), com à área total de 437,08 Km<sup>2</sup>.

### 3.2 Amostragens

Para definição dos pontos amostrais foram pré-selecionados, de forma aleatória, 100 pontos nas margens do rio Claro pelo software QGIS Desktop 3.22.4, através de um polígono criado do reservatório de Caçu, e então sorteados 20 pontos que foram estabelecidos para realização das coletas (Figura 1).

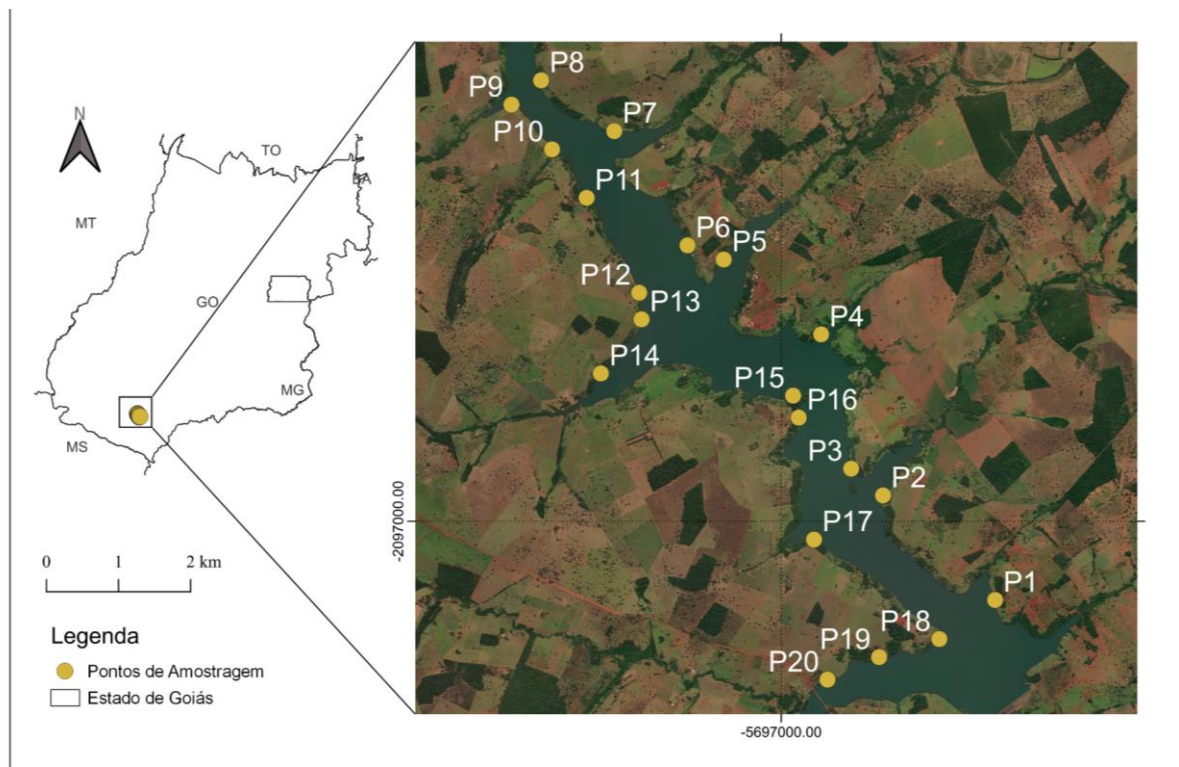


Figura 1 Mapa de Localização do Reservatório da Usina Hidrelétrica Caçu com os pontos onde foram realizadas as coletas no período de 2021-2022.

As amostragens ocorreram nos anos de 2021 e 2022, nos meses de setembro, janeiro, março, maio, julho e setembro. Os camarões foram coletados de forma padronizada em águas com profundidade de até 50 cm nas margens do rio, usando-se peneiras de mão de 70 cm de diâmetros com 2 mm de malha e esforço amostral de 10 minutos com dois coletores por ponto, por uma distância de 10 m por cada coletor.

Os organismos coletados foram colocados em sacos plásticos, armazenados em gelo, levados até o laboratório e armazenados na geladeira. Após o descongelamento dos espécimes foi realizada a identificação de acordo com Melo (2003). Para identificação do sexo foi adotado o critério de presença/ausência do apêndice masculino, localizado no endopodito do segundo par de pleópodos, ao lado do apêndice interno. Foram considerados indivíduos indiferenciados aqueles com comprimento da carapaça menor que o do menor macho encontrado (2,40mm).

Foi realizada biometria de cada espécime, medindo-se o comprimento da carapaça (CC). Para a coleta dos dados biométricos, foram utilizados os mesmos equipamentos de medição para todos os indivíduos coletados: paquímetro digital (mm) e estereoscópio.

Após revisão de literatura do tamanho médio de maturação em populações de *M. amazonicum* de bacias próximas (PASCHOAL; ZARA, 2020; SILVA, J. C. Da, 2010; SILVA, R. C. E. *et al.*, 2019), foram considerados adultos os machos > 4,98 mm e as fêmeas > 6,55 mm. Por fim, os exemplares foram acondicionados em potes contendo etanol a 70%, os quais foram tombados na Coleção de Invertebrados Aquáticos do Sul da Bahia (CIASB - UFSB/UESC).

Os dados de precipitação foram coletados na base de dados do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos do Instituto Nacional de Pesquisa Espaciais (CPTEC/INPE) e os dados de precipitação coletados foram da estação de Jataí (A016, região CO), que se encontra no alto rio Claro. Para a determinação do período de seca e chuva na região foi utilizado o período histórico de chuvas da região (UFG, 2010) - de novembro a abril para o período de chuvas e de maio a outubro como período de seca.

As características físico-químicas (pH, temperatura (°C), condutividade ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), oxigênio dissolvido (mg/L)) foram analisadas com auxílio de medidor multiparâmetro portátil (AKSO SX836). Os dados de nitrato (mg/L), nitrito (mg/L), amônia (mg/L), fósforo (mg/L) e turbidez (UNT) foram obtidos por amostras de água coletadas e armazenadas em recipientes de 100 mL, conservadas dentro de uma caixa com gelo para posterior análises em laboratório na empresa Aquabio Consultoria Agroambiental. O método de análise dos parâmetros aquáticos foi: SM21 Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater da AWWA/APHA, 21° Ed. Washington: APHA, 2005 e os resultados foram comparados de acordo com resolução CONAMA 357/2005 para águas de classe II.

### **3.3 Amostragem para análise nictemeral**

Durante os meses de junho, julho e agosto de 2022, espécimes foram coletados utilizando 30 armadilhas confeccionadas com garrafas pet estilo covo, presas por barbante de 1m de comprimento amarradas à margem e iscadas com ração de gato. As amostragens foram realizadas de 6 em 6 horas em águas de 1 m de profundidade em zonas aleatórias nas margens. As coletas foram feitas nos seguintes horários: 00 h, 6 h, 12 h e 18 h, ficando por duas horas na água. Os horários amostrados foram realizados no mesmo dia de cada mês coletado. No mês de junho, houve perda de três armadilhas e no último mês (agosto) de cinco. Devido à baixa do reservatório no último mês, não foi possível amostrar em locais com presença de vegetação



aquática, e as armadilhas tiveram que ser alocadas mais distantes da margem para ter acesso a profundidades de 1 m.

Os organismos coletados foram retirados das armadilhas, alocados em sacos plásticos, resfriados no gelo e foram levados para o laboratório da Aquabio Consultoria Agroambiental para serem armazenados em álcool 70%. Todo o material coletado foi identificado como *Macrobrachium amazonicum*. Na sequência foram retiradas as medidas de cefalotórax, comprimento total, a distinção do sexo foi feita a partir da ausência presença de apêndice masculino.

A determinação dos grupos demográficos, sexo, e estágio de maturação seguiu o mesmo padrão das campanhas sazonais.

### **3.4 Análises estatísticas**

Todos os dados coletados foram tabulados e as análises estatísticas foram realizadas nos programas R (R version 4.0.2) (vegan, car, lattice) e Past (version 4.03). Para todas as análises foi adotado o nível de significância de 0,05.

O teste de normalidade de Shapiro-Wilk foi aplicado para os dados bióticos (comprimento da carapaça e grupos demográficos) e abióticos analisados (pH ( $p = x$ ), turbidez ( $p = x$ ), temperatura, condutividade, oxigênio dissolvido, nitrito, nitrato, amônia e fósforo), não demonstrando distribuição normal ( $p > 0,05$ ). Assim foi utilizado o teste não paramétrico de Wilcoxon para avaliar as médias dos parâmetros entre os períodos de seca e chuva.

Foi utilizado o teste de Kruskal – Wallis para avaliar o comprimento da carapaça entre os grupos demográficos. Para saber quais médias de CC diferem uma das outras nos horários de coleta foi utilizado o teste de Tukey.

A razão sexual foi calculada pelo número de machos dividido pelo número de fêmeas e depois testada pelo método de qui-quadrado corrigido por Yates (Zar, 1996) para verificar desvios do esperado 1:1.

Utilizamos a análise de correlação canônica (CCA) para verificar de que forma o ordenamento dos grupos demográficos (macho adulto, macho jovem, fêmea adulta, fêmea jovem e fêmea ovígera) são influenciadas pelas variáveis ambientais. Para detectar diferenças significativas entre os grupos da CCA, foi testada permutação múltiplas com 999 réplicas pelo pacote “vegan”, função “permut”.

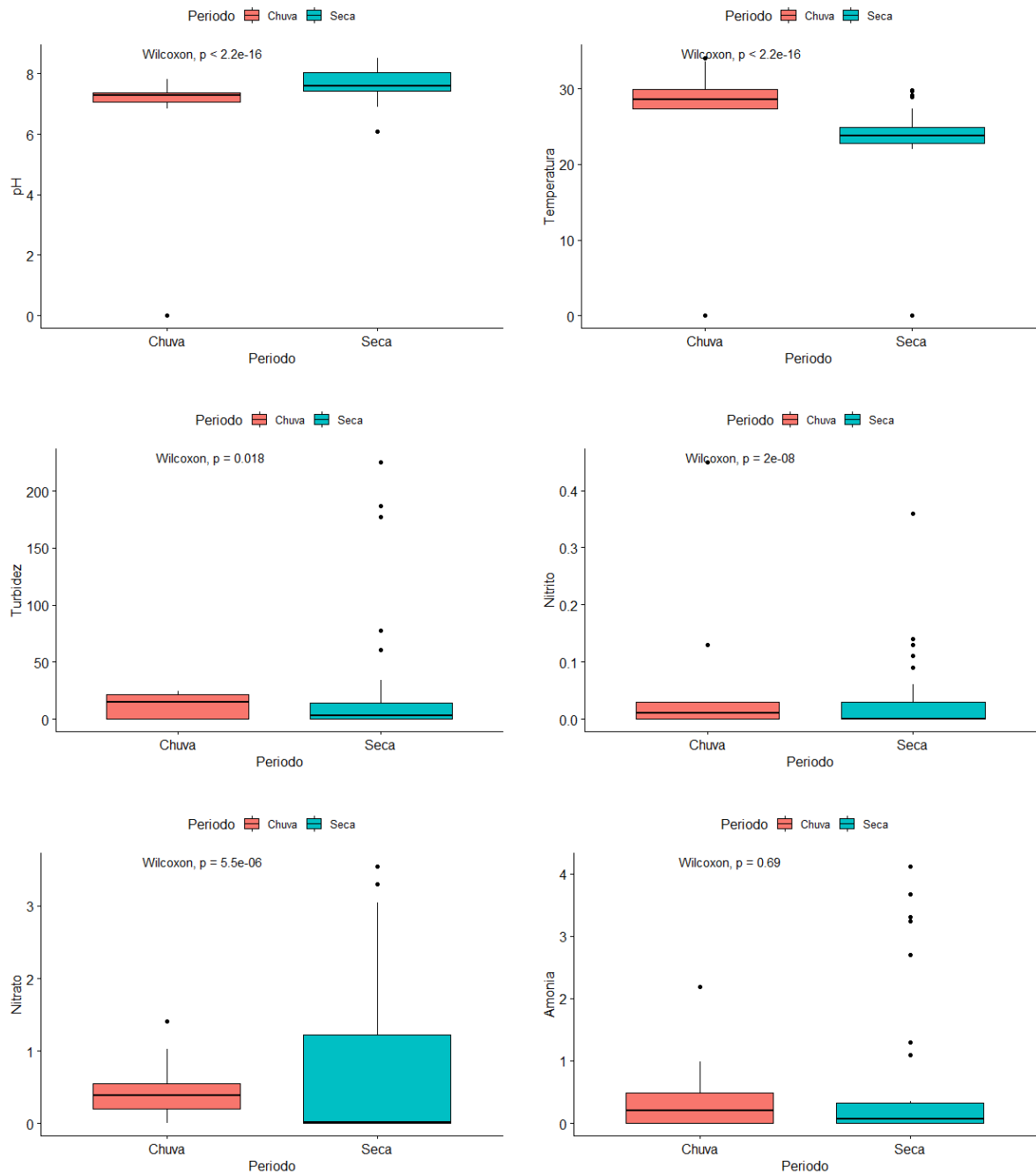
Foi realizado teste de correlação entre a quantidade de precipitação dos períodos de seca e chuva e a abundância geral e entre os grupos demográficos. Além disso, análise de independência de

Pearson para analisar se ocorreu correlação entre as variáveis abióticas e os grupos demográficos durante os períodos de coleta.

## 4. RESULTADOS

### 4.1 Fatores Abióticos

Os dados abióticos coletados (pH, temperatura, oxigênio dissolvido, nitrato, nitrito e amônia, condutividade, turbidez e fósforo) apresentaram diferença significativa entre as estações seca e chuvosa  $p < 0,05$  para a maioria dos parâmetros analisados, com exceção de turbidez, condutividade, amônia e fósforo (Figura 2). Os valores de outliers encontrados foram registrados mais no período de seca da região, tendo o ponto P10 como o mais discrepante, pois turbidez, oxigênio dissolvido, fósforo e condutividade tiveram mais variação nesta região.



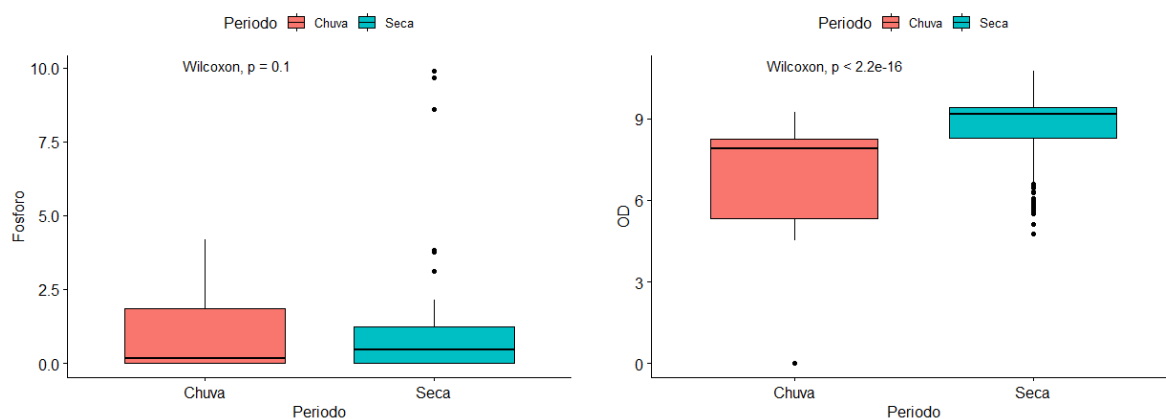


Figura 2. Boxplot da média dos dados dos parâmetros abióticos analisados durante o período de coleta. (OD= Oxigênio Dissolvido) no reservatório de Caçu entre setembro de 2021 e setembro de 2022.

Para os parâmetros abióticos estudados, apenas o oxigênio dissolvido e o fósforo estavam fora dos padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/05 no mês setembro de 2021 (5,52 mg/L e 1,01 mg/L, respectivamente). Em 2022, no mês de janeiro, apenas o oxigênio dissolvido (5,21 mg/L) ficou abaixo do estabelecido. Em março/2022, apenas o parâmetro fósforo teve média acima do permitido pela resolução (1,08 mg/L). No mês de maio/2022 e setembro/2022 todas as médias dos parâmetros estavam dentro do estabelecido pela norma, já no mês de julho/2022, o fósforo esteve acima do permitido em lei (0,58 mg/L).

De acordo com a Agência Nacional de Águas, a precipitação mensal do ano de 2022 (Figura 3) seguiu o registro histórico da região, com exceção do mês de novembro/2022 que ficou abaixo da média histórica.

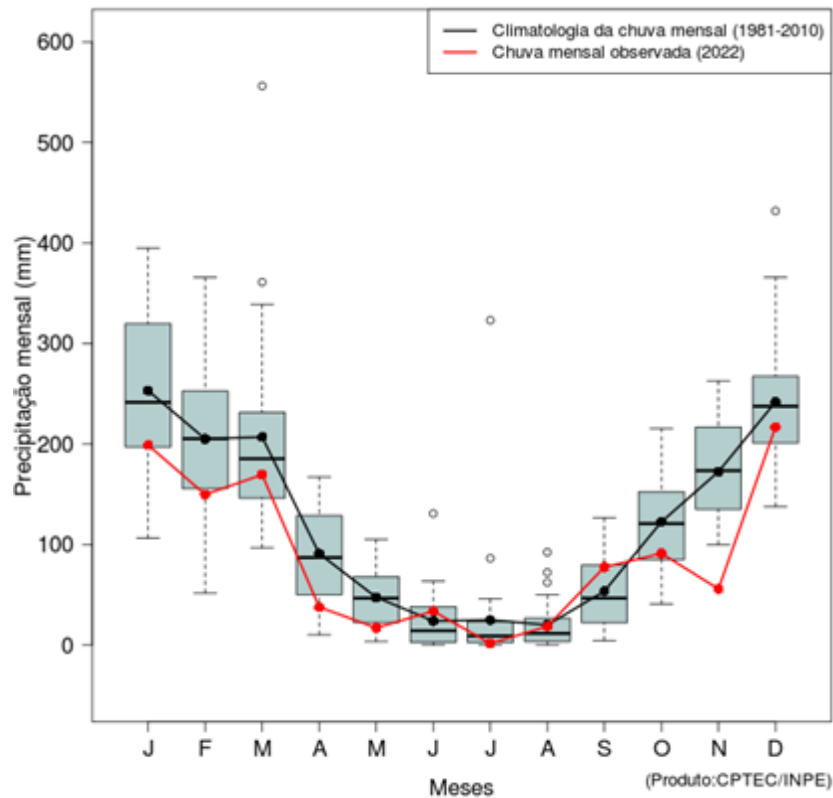


Figura 3. Adaptado de Inpe.br: Boxplot da média e desvio padrão da precipitação mensal na região 99, que compreende o município de Caçu-Goiás no ano de 2022 em vermelho e histórico de chuvas em preto. Adaptado do CPTEC/INPE.

## 4.2 Bióticos

Ao longo de todo o período amostral foram coletados um total de 2476 indivíduos de *Macrobrachium amazonicum*. Do total amostrado, 558 foram machos (436 jovens e 122 adultos), 919 fêmeas (57 fêmeas ovígeras, 801 jovens e 61 adultas) e 1019 juvenis indefinidos em todas as amostragens. As fêmeas ovígeras foram capturadas durante todas as coletas. Houve uma maior abundância de indivíduos nas amostragens ocorridas na época de seca (Figura 4).

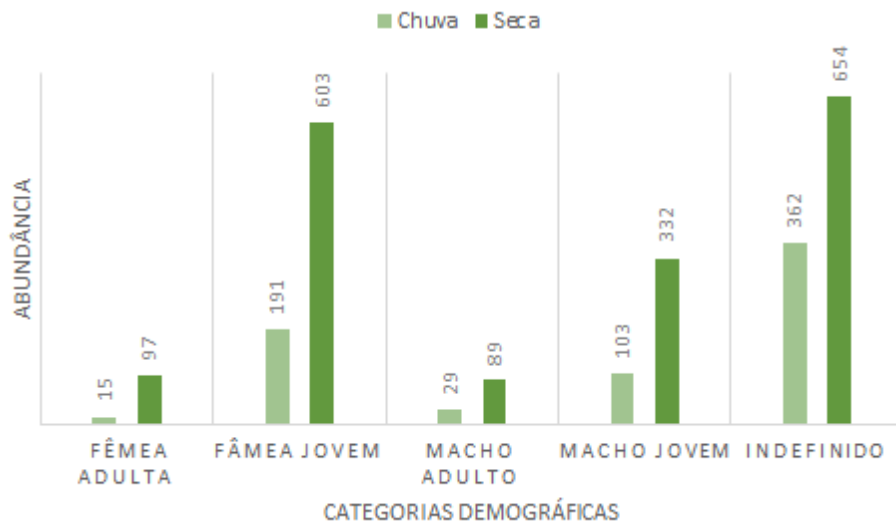


Figura 4. Distribuição dos grupos demográficos nas campanhas no reservatório de Caçu entre setembro de 2021 e setembro de 2022. (FA= fêmea adulta, FJ= fêmea jovem, I= indefinido, MA= macho adulto e MJ= macho jovem).

Quanto aos indivíduos coletados nos pontos e seu respectivo grupo demográfico, a correlação encontrada é significativa tendo associação entre o grupo demográfico e os períodos de coleta ( $p < 0,01$ ). Entre os pontos amostrados, os que mais apresentam indivíduos adultos são os P05, P06, P07, P08, P10 e P11 (Figura 5).

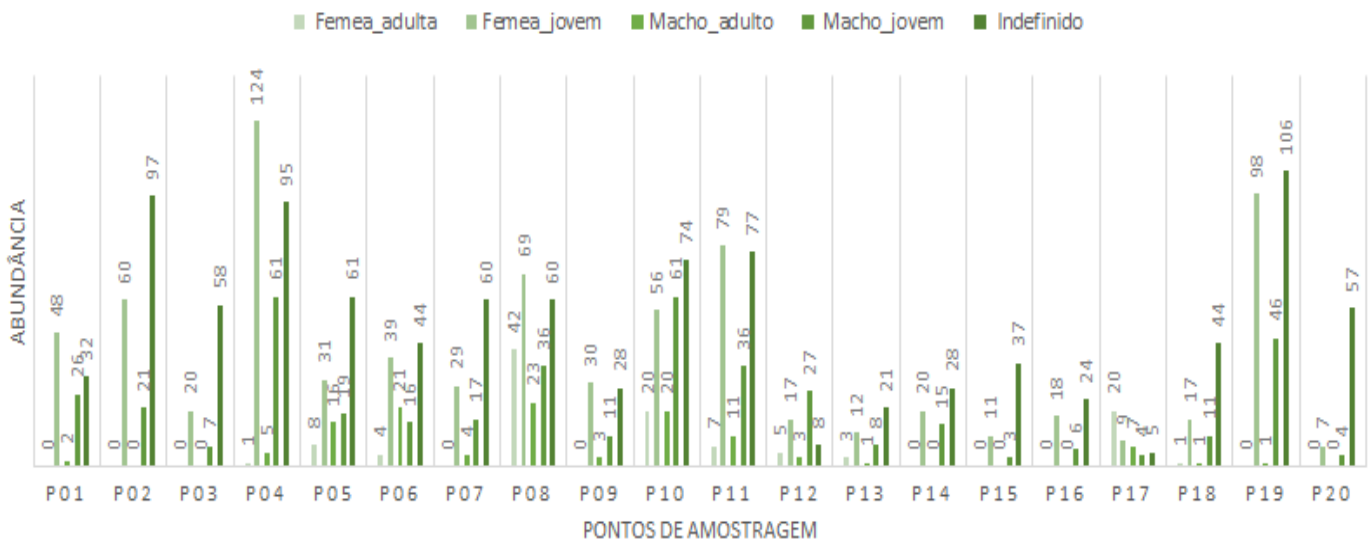


Figura 5. Abundância dos espécimes coletados entre os pontos amostrados durante o período de coleta no reservatório de Caçu entre setembro de 2021 e setembro de 2022.

Entre os pontos amostrados, houve diferenças significativas no tamanho da carapaça  $p < 0,001$  entre os pontos de coleta, tendo o ponto P17 o de ocorrência dos maiores indivíduos (Figura 6).

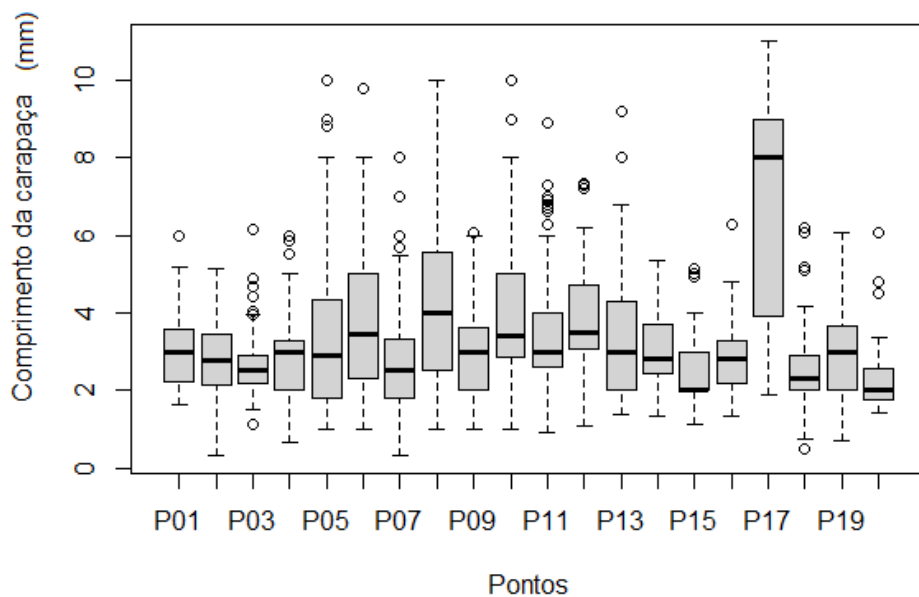


Figura 6. Comprimento da carapaça dos espécimes coletados entre os pontos amostrados durante o período de coleta no reservatório de Caçu entre setembro de 2021 e setembro de 2022.

O comprimento da carapaça (CC) variou de 0,3 mm a 11,0 mm ( $\pm 1,56$  mm). O tamanho geral do comprimento da carapaça entre os períodos de seca e chuva variaram significativamente ( $p < 0,01$ ), tendo o período de seca apresentando maior amplitude, e entre os grupos demográficos também houve diferenças significativas ( $p < 0,01$ ), sendo considerado estatisticamente significativo os adultos no período de chuva ( $p < 0,01$ ). Nota-se que os machos tiveram média maior que as das fêmeas para ambos os períodos (Figura 7). A média do comprimento da carapaça encontrada no período de chuva foi de 2,92mm e na seca de 3,43 mm, com desvio padrão de 1,21 mm e 1,64 mm, respectivamente.

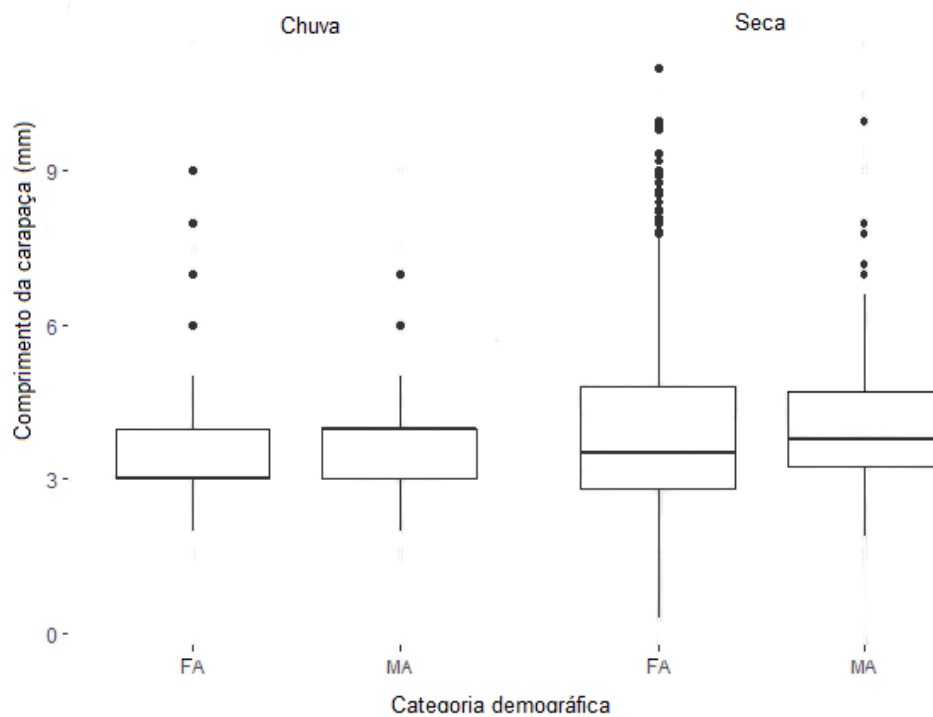


Figura 7. Comprimento da carapaça nos períodos de chuva e seca para machos e fêmeas de *Macrobrachium amazonicum* no reservatório de Caçu entre setembro de 2021 e setembro de 2022. (FA= Fêmea adulta e MA= Macho adulto)

Quanto à correlação entre a abundância geral de *Macrobrachium amazonicum* e a precipitação durante o período de estudo, de acordo com a regressão linear simples, houve uma correlação negativa, ou seja, com o aumento da precipitação houve um decréscimo da abundância geral no período ( $p < 0,001$ ) (Figura 8).



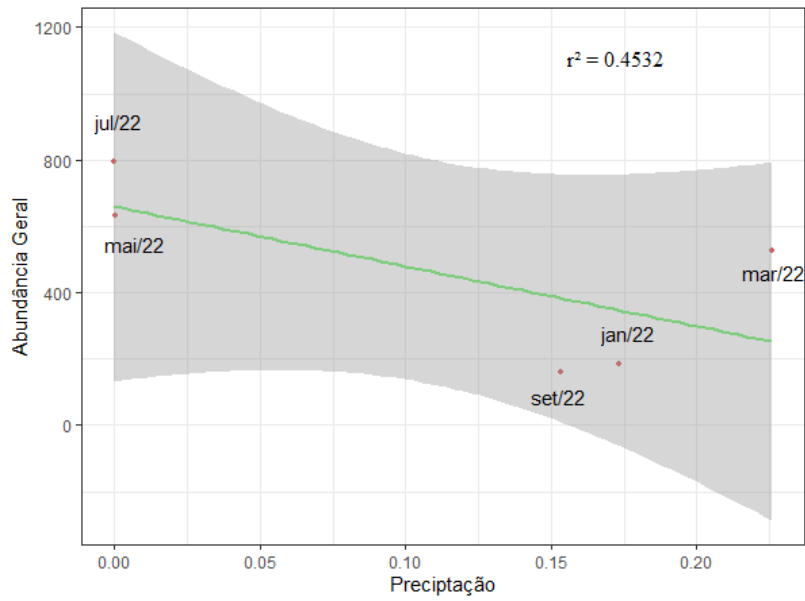
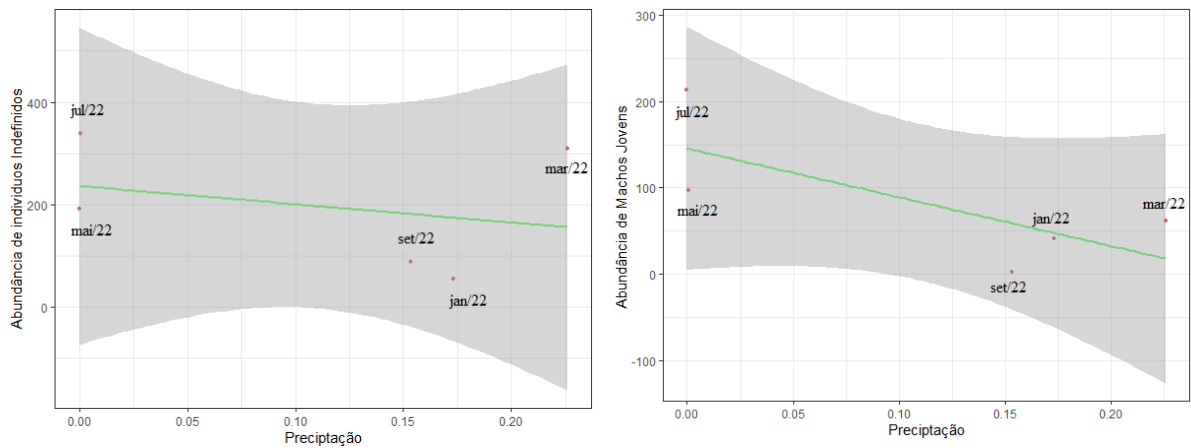


Figura 8. Relação entre abundância de *Macrobrachium amazonicum* e precipitação no reservatório de Caçu entre setembro de 2021 e setembro de 2022.

A relação da precipitação com a abundância dos grupos demográficos (Figura 9) também foi inversamente proporcional à precipitação, em todos os meses de coleta para todos os grupos demográficos ( $p < 0,001$ ), tendo o  $r^2$  de machos e fêmeas jovens maior que 50%, ou seja, mais de 50% da variação dos dados os indivíduos são explicados pela precipitação.



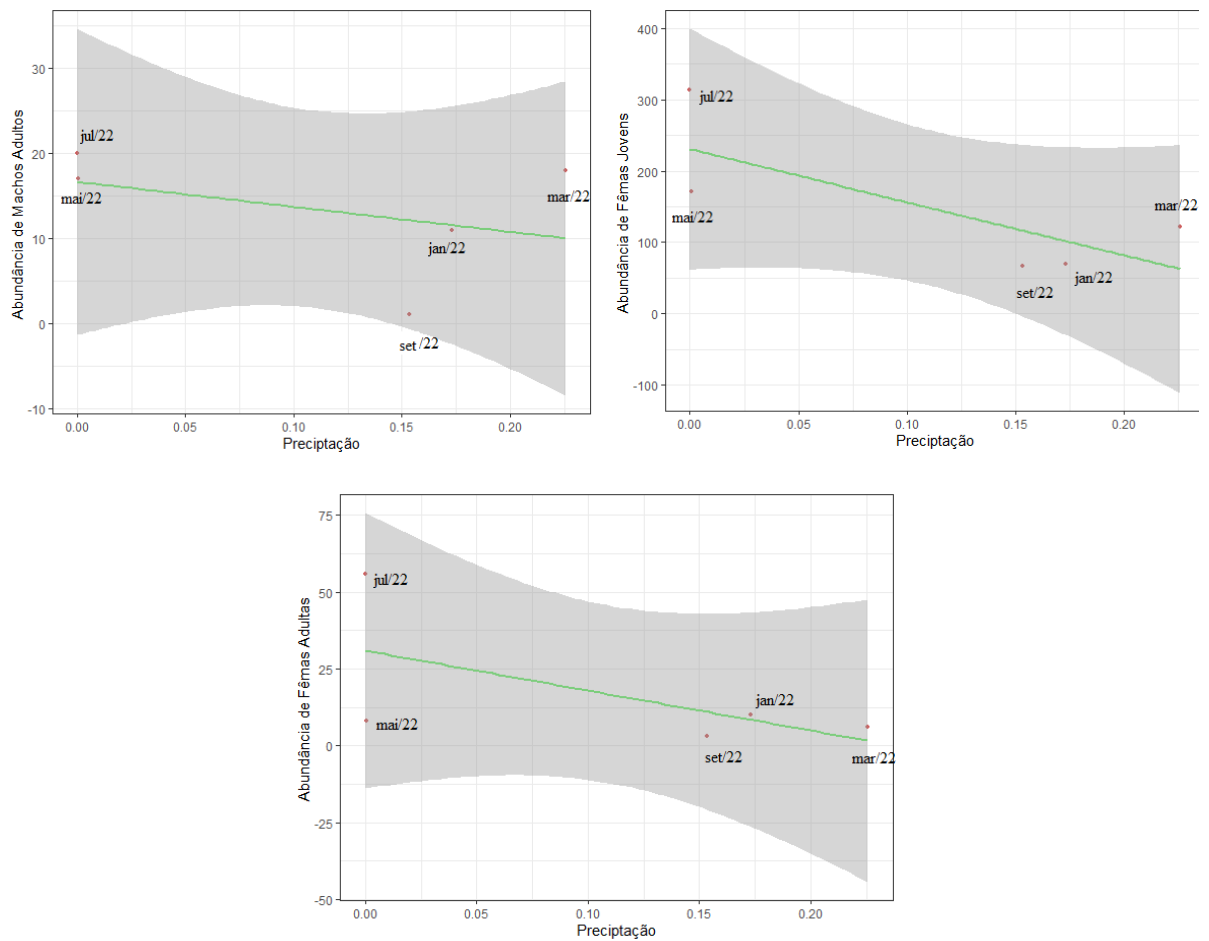


Figura 9. Abundância de cada grupo demográfico de *Macrobrachium amazonicum* em função da precipitação no reservatório de Caçu entre setembro de 2021 e setembro de 2022.

Na análise de correlação canônica positiva entre o conjunto de variáveis ambientais analisadas, demonstrou-se que todas as variáveis abióticas foram significativas na ordenação dos grupos demográficos de *Macrobrachium amazonicum*, tendo as variáveis turbidez ( $p < 0,001$ ), condutividade ( $p < 0,001$ ), nitrato ( $p < 0,001$ ) e fósforo ( $p < 0,001$ ) as que mais explicaram a abundância entre os grupos demográficos durante o período de estudo.

Os machos adultos, fêmeas adultas foram positivamente correlacionadas com a condutividade ( $p < 0,001$ ), enquanto macho jovem e fêmeas jovens com nitrato ( $p < 0,001$ ), turbidez ( $p < 0,001$ ) e fósforo ( $p < 0,001$ ), já a categoria de jovens indefinidos foi relacionado positivamente com temperatura, nitrito e amônia (Figura 10).

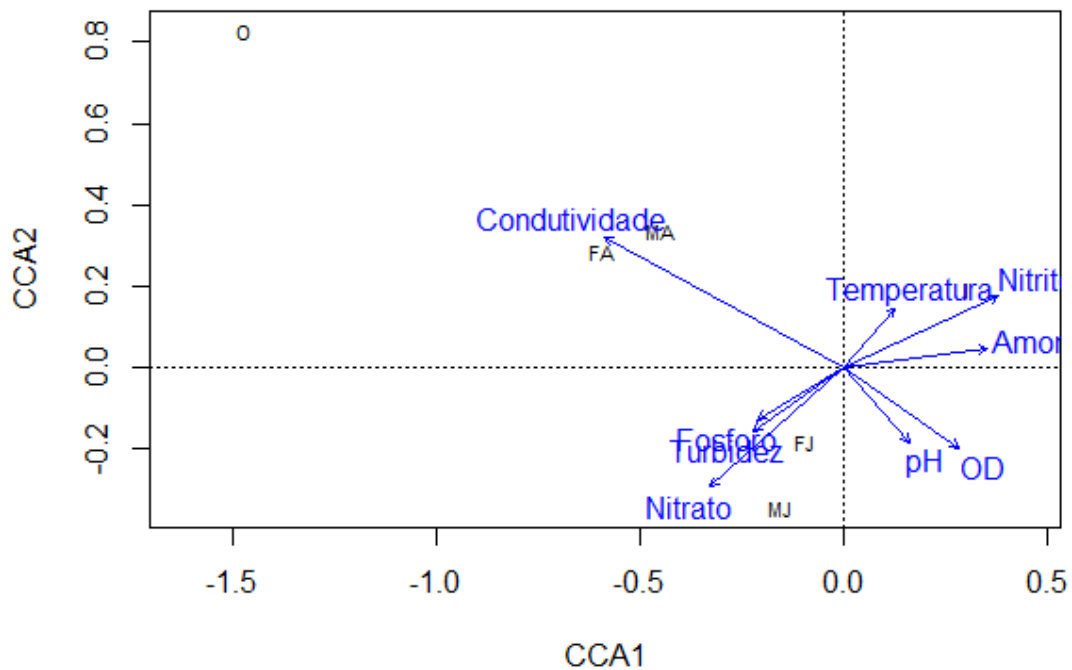


Figura 10. Análise de Correlação Canônica entre os grupos demográficos, durante todo o período de campanha de setembro de 2021 a setembro de 2022. (MJ= Macho jovem, MA= Macho adulto, FJ= Fêmea jovem, FA= Fêmea adulta, O= Ovígera, I= Indefinido).

### 4.3 Análise Nictimeral

Os indivíduos de *M. amazonicum* foram coletados em todos os meses amostrados para a análise nictimeral. A abundância total foi de 61 indivíduos capturados durante todas as coletas. No mês de junho foram 33 indivíduos, em julho foram 17 e em agosto 11. Do total de indivíduos coletados, os grupos demográficos se dividiram em: 29 fêmeas adultas (47%), sendo 6 ovígeras e 23 não ovígeras, 15 fêmeas jovens (24%), 2 machos adultos (3%), 7 machos jovens (11%) e 8 indefinidos (13%) (Figura 11).

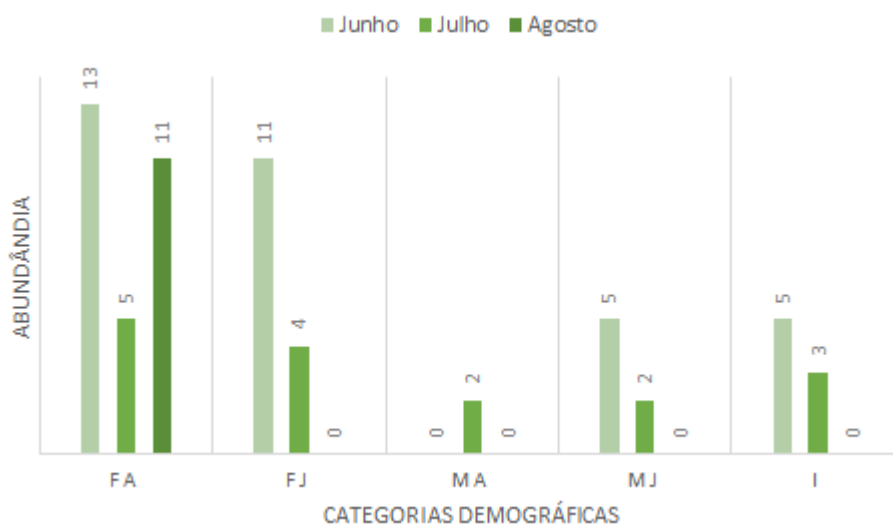


Figura 11. Indivíduos capturados de acordo com o grupo demográfico no reservatório de Caçu entre junho de 2022 e agosto de 2022. (FA= fêmea adulta, FJ= fêmea jovem, MA= macho adulto, MJ= macho jovem, I= indefinidos).

A abundância foi maior no horário de 18h, com o total de 22 indivíduos coletados. Nota-se que no horário de 18h o número médio de indivíduos coletados foi maior, e houve diferenças significativas entre os horários de amostragem ( $p < 0,05$ ). Cabe destacar que nenhum indivíduo foi capturado no horário de 12:00 (Figura 12).

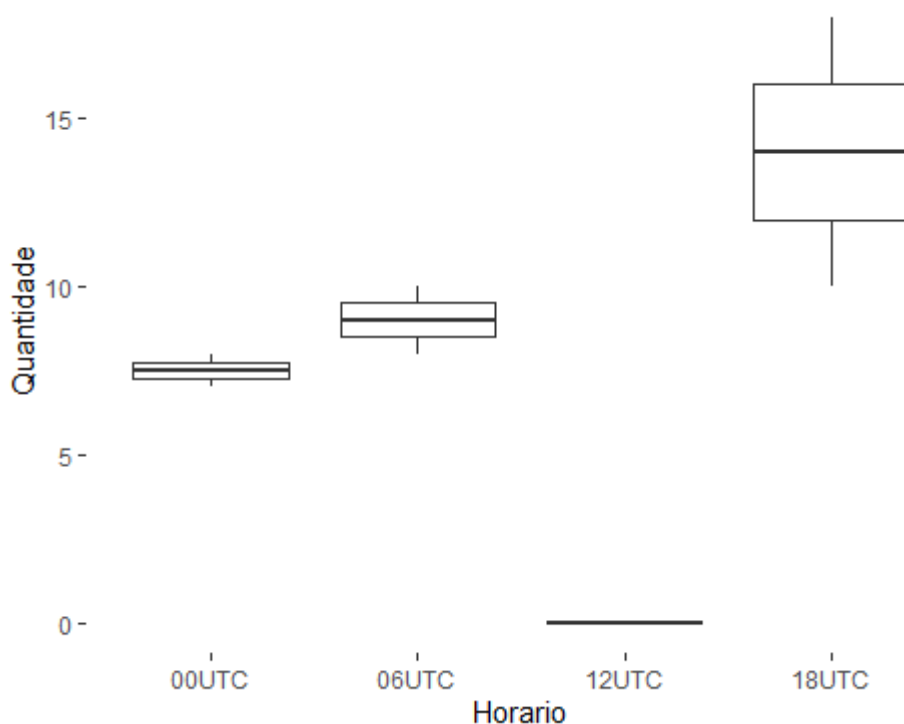


Figura 12. Abundância total de indivíduos capturados a cada 6h nas três amostragens realizadas no reservatório de Caçu entre junho de 2022 e agosto de 2022. Não houve captura no horário de 12 horas.

Houve diferenças significativas no tamanho dos indivíduos entre os horários de coleta ( $p=0,0095$ ) (Figura 13). Apenas os horários de 18h e 00h não apresentaram diferenças significativas ( $p=0,89$ ). Os horários de 06h e 00h ( $p=0,02$ ) e 18h e 06h ( $p=0,005$ ) tiveram diferenças significativas no tamanho da carapaça ( $p<0,05$ ).

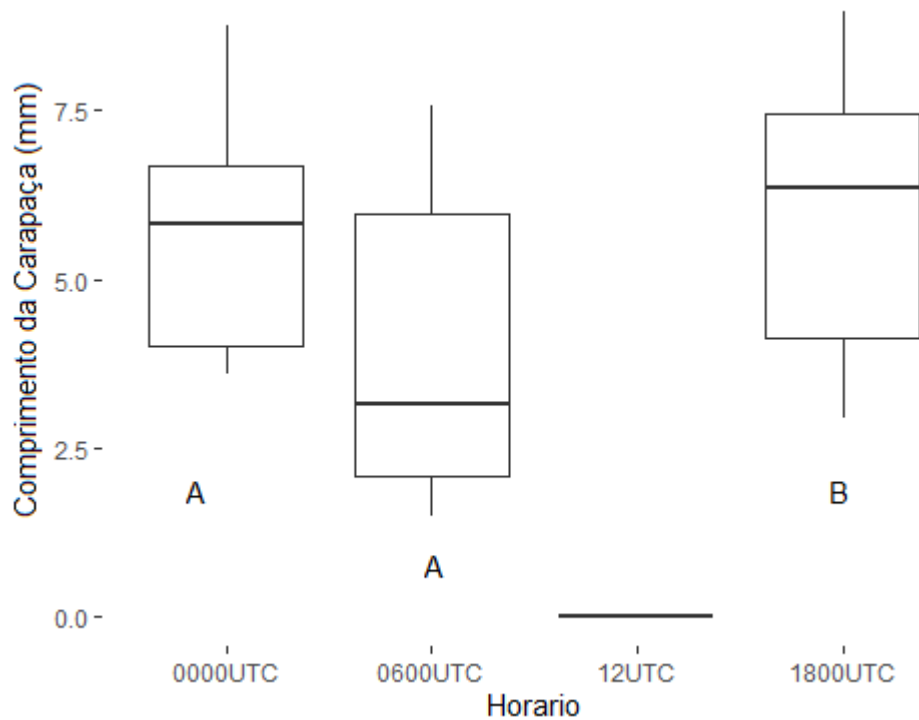


Figura 13. Média do comprimento da carapaça nos horários de coleta de 0h, 6h, 12h e 18h no reservatório de Caçu entre junho de 2022 e agosto de 2022, não foi coletado indivíduos no horário de 12h. (Resultado da comparação par a par, A= 0h e 06h e B= 18h).

## 5. DISCUSSÃO

A maioria das variáveis abióticas analisadas (condutividade, nitrato, turbidez e fósforo) apresentaram relação significativa com a abundância da espécie na área estudada. Entre as análises abióticas observadas e que foram relacionadas com a abundância de *M. amazonicum*, destaca-se a condutividade entre machos e fêmeas adultas do reservatório a associação mais forte foi a condutividade. Isso nos sugere uma provável tolerância a áreas com algum grau de contaminação por efluentes. Visto que, altas concentrações de condutividade são características de locais onde ocorre maior descarga ions, como o esgoto doméstico. Enquanto os machos e fêmeas jovens a associação em destaque foi com a turbidez e com o fósforo, parâmetros que são mais visados por juvenis para proteção e alimentação. Esses parâmetros são encontrados em ambientes com mais macrófitas, ou seja, foram microhabitats que podem ser relacionados a proteção/alimentação.. Esses resultados são os primeiros a descreverem a população de *Macrobrachim amazonicum* no sul de Goiás.. Cabe ressaltar que o padrão observado foi diferente do relatado previamente por Bueno, Bonatto & Almeida 2019, que observaram com uma correlação positiva entre os juvenis e a condutividade.

Os juvenis apresentaram relação positiva se relacionam com fósforo, nitrato e turbidez. Neste estudo destaca-se que o parâmetro fósforo pode estar relacionado ao crescimento de seu exoesqueleto, já que depois do cálcio, o fósforo é um importante componente para a síntese do novo exoesqueleto, os estágios da muda da espécie (Wang *et al.* 2003). Porém, trabalhos realizados com *M. surinamicum* na região amazônica em estuários têm demonstrado que esses indivíduos jovens têm preferência por regiões não antropizadas (Cavalcante et al, 2017), o que pode sugerir que a população do estudo possui certo grau de tolerância a ambientes com descarga de efluentes, entre os pontos amostrados foram observados loteamentos com casas, e esses imóveis possivelmente estejam despejando esgoto doméstico no local.

Outra observação a ser levantada é a correlação positiva da amônia com a abundância de indivíduos. Lucena, *et al.* (2020), ao estudar duas populações, uma de *M. amazonicum* e outra de *Macrobrachium jelskii*, correlacionou a abundância de *M. amazonicum* com o período seco, amônia e pluviosidade baixa. No presente estudo houve correlação positiva com amônia, sugerindo que o camarão possa estar adaptado a esse tipo de estresse contaminante. Este padrão de maior captura de espécimes no período seco pode estar relacionado com a diminuição espacial do reservatório, já que o aumento de micro-habitats são criados pelas chuvas, dispersando a população (GUALBERTO, *et al.* 2012).

O pH e o oxigênio dissolvido não foram diretamente relacionados com a abundância total ou com os grupos demográficos. Esse comportamento também pode ser observado em Lucena, *et al.* (2020), o que sugere que esses parâmetros não influenciam diretamente na população de *M. amazonicum*.

Em relação a abundância amostrada no reservatório da UHE Caçu, esta foi composta principalmente por juvenis de sexo indeterminado (41,03% dos indivíduos amostrados), sendo que 90% dos indivíduos não estariam aptos a se reproduzirem de acordo com a média do tamanho da primeira maturação (Paschoal, 2017; Miranda, *et al.* 2020). Para as fêmeas, a porcentagem de indivíduos foi de 36,63% (juvenis, adultas e ovígeras); já os machos corresponderam a 22,33% dos indivíduos amostrados, o que sugere que os machos devem estar presentes em ambientes mais profundos do reservatório. Uma das causas para a maior porcentagem de juvenis de sexo indeterminado capturados pode estar relacionada ao desenho amostral utilizado, que considerou apenas as margens em áreas com até 50 cm de profundidade, enquanto os indivíduos adultos tendem a estar em profundidades maiores, longe da margem (Maciel & Valenti, 2009). A margem mais rasa, por ter mais área com vegetação que serve como refúgio, pode ter contribuído para a abundância da categoria de juvenis indefinidos. Assim, há a possibilidade de que com a seca o acesso aos machos pode ter sido facilitado pelo recuo da margem, dando acesso a microhabitats no interior do lago e não na vegetação na margem. Bueno, Bonatto & Almeida (2019), estudando a influência das variáveis ambientais na abundância e no crescimento relativo de *Macrobrachium amazonicum* em Minas Gerais, também encontraram maior quantidade de juvenis (70%).

Os resultados indicam que *M. amazonicum*, na região estudada, se reproduz durante todo o ano, tendo em vista a captura de fêmeas ovígeras durante todo o período de estudo, como em outros locais onde a espécie foi encontrada (Paschoal, 2017; Silva, *et al.* 2019; Taddei *et al.* 2017). Apesar de estudos relacionarem a abundância de fêmeas ovígeras à temperatura (Bueno, Bonatto & Almeida 2019; Lucena-Frédou *et al.* 2010), no presente estudo não houve esta correlação direta com a temperatura ou com outro parâmetro analisado.

Além de variados parâmetros abióticos que podem influenciar na reprodução desta espécie de Decapoda, esse tipo de estratégia reprodutiva de reprodução contínua é comumente encontrado em *M. amazonicum* em águas continentais, situação causada possivelmente por sua grande plasticidade fenotípica (Maciel & Valenti, 2009; Vergamini, Pileggi, Mantelatto, 2011).

Os indivíduos foram mais abundantes no período de seca (abril a setembro), que coincide com a falta de precipitação e temperaturas mais baixas, com exceção de setembro e outubro, e um

nível baixo de água no reservatório. Porém, vários outros fatores podem estar relacionados com a abundância e a proporção sexual da população nas áreas estudadas (Miranda, *et al.* 2020). Uma explicação para a diferença na captura desses decápodes é a dispersão espacial desses organismos com o aumento do volume de água (Da Silva *et al.*, 2005). A menor captura desses camarões no período de chuva também pode ser associada a alta velocidade da água durante a cheia do lago, o que influencia na captura da espécie, enquanto a maior captura se deve, no período de seca, ocorre pela migração dos camarões às margens (Cavalcante *et al.*, 2017 & Odinetz-Collart, 1993).

No reservatório da UHE Caçu a porcentagem encontrada foi maior para fêmeas (34,37%) que machos (22,33%), sendo que esse possível padrão de mais fêmeas que machos, também foi encontrado em Costa, Mattos, Machado (2016). Entretanto, no trabalho de Bueno, Bonatto & Almeida (2019), a porcentagem encontrada de machos foi maior que a porcentagem de fêmeas (16,7% machos e 6,1% fêmeas). As variações na proporção sexual encontrada podem ser explicadas por outros fatores, por exemplo: diferenças nas taxas de migração, mortalidade, longevidade e crescimento entre os sexos (Wenner, 1972; Souza e Fontoura, 1996; Mantel e Dudgeon, 2005; Mattos e Oshiro, 2009) e diferentes estratégias reprodutivas (Mossolin e Bueno, 2002; Hayd e Anger, 2013; Rocha *et al.*, 2015).

Em relação à média do comprimento da carapaça encontrada entre os dois períodos estudados, destaca-se que durante o período de seca houve uma maior média que o de chuva, mesmo sendo o período com mais indivíduos considerados juvenis e onde houve maiores capturas de fêmeas adultas. De acordo com Hayd e Anger, (2013) e Lima *et al.* (2014), as fêmeas de *M. amazonicum* tendem a ser maiores que os machos, característica essa ligada a aspectos comportamentais de reprodução, enquanto em populações costeiras da espécie, os machos tendem a serem maiores com comportamentos de agressividade (Bauer, 2004, Lima *et al.*, 2013).

No presente trabalho houve captura de indivíduos com comprimento da carapaça menor se comparado com o encontrado em literatura. Esse padrão de menor comprimento da carapaça pode estar relacionado à alta plasticidade encontrada nas espécies de *Macrobrachium* (Maciel e Valenti, 2009, Hernandez Sandoval *et al.* 2018), que faz com que os indivíduos se reproduzam com menor tamanho, e pela metodologia de coleta adotada, que aparenta ter favorecido espécimes menores, já que as amostragens foram realizadas à margem. É sabido que o tamanho dos espécimes de *M. amazonicum* de águas continentais é menor que os de bacias costeiras (Freire, 2012; Pantaleão, 2012; Porto, 2004). Além disso, outras pressões do ambiente que



poderiam apresentar influência do tamanho dos indivíduos, como a concentração de nitrito encontrado no reservatório. Estudo de Malssen & Valenti (2006), sugerem que a alta concentração de nitrito faz com que essas espécies de *Macrobrachium* tenham um gasto energético à mais para combater os efeitos tóxicos do composto, assim diminuindo o ganho de peso e os estágios de metamorfose. Contudo, essa estratégia deve ser melhor investigada. Esse aspecto também pode estar relacionado ao aumento na concentração de fósforo e nitrogênio encontrado no reservatório, que por sua vez, podem estar relacionados ao uso de fertilizantes utilizados nas culturas em torno do reservatório (Ribeiro, 2015). A situação sugere, portanto, um provável grau de eutrofização.

Os meses com mais captura de fêmeas ovadas foram nos meses julho de 2022 (com média de 23°C) e setembro de 2021 (com média de 28°C), com 22 e 17 espécimes coletados, respectivamente. Outro mês com maior registro de temperatura da água foi janeiro de 2022 (28°C), porém apenas 8 fêmeas ovadas foram capturadas. Vale ressaltar que janeiro de 2022 corresponde ao período de chuvas, o que pode ter aumentado os micro-habitats para refúgio das fêmeas ovígeras.

Em relação aos resultados da análise nictimeral, não houve diferenças significativas entre os grupos demográficos capturados, com exceção de machos e fêmeas adultos ( $p = < 0,05$ ). Constata-se que houve uma maior abundância no período de 18h, 00h e 06h, períodos mais brandos em relação à temperatura. Vale destacar que mesmo com o uso de armadilhas a porcentagem de machos ainda foi baixa (14% entre juvenis e adultos) em comparação aos demais grupos demográficos, e isso comporta a hipótese que os machos do reservatório de Caçu se encontram em áreas mais profundas do mesmo.

No presente estudo, nenhum indivíduo foi coletado no horário de meio dia. Vários autores propõem que diversas espécies de camarões possuem uma dieta circadiana, que ocorre de acordo com o período de ausência/presença de luz. Na espécie *Penaeus vannamei* (Robertson et al. 1993) e *Penaeus setiferus* (McTigue e Feller, 1989) notou-se comportamento alimentar diurno e noturno, enquanto em *Penaeus esculentus* (Dall, 1986), *P. japonicus* (Reymond e Lagardère, 1990) e *Penaeus monodon* (Cuzon et al., 1982) foi observada alimentação preferencialmente noturna. Isso significa uma atividade maior em determinados períodos do dia.

Pelas análises feitas neste estudo, há ocorrência de diferenças em aspectos populacionais dos indivíduos da área estudada no reservatório da usina hidrelétrica de Caçu em relação às demais populações já analisadas em outras localidades. As barragens encontradas no rio Claro podem

funcionar como barreira, impedindo assim a troca de fluxo gênico entre as demais populações na região. Vale ressaltar que apesar do conhecimento acumulado da espécie, o presente estudo fornece informações sobre a população de *Macrobrachium amazonicum* em reservatórios do centro-oeste contribuindo para melhor conservação e manejo da espécie em seus diferentes locais de ocorrência.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AFFONSO, I. P., GOMES, L. C., AGOSTINHO, A. A., MESSAGE, H. J., LATINI, J. D., & GARCIA - BERTHOU, E. (2016). Interacting effects of spatial gradients and fishing gears on characterization of fish assemblages in large reservoirs. **Fish Biology and Fisheries**, 26(1), 71-81. DOI:10.1007/s11160-015-9402-1

AGOSTINHO A A, PELICICE F M, GOMES L C. 2008. Dams and the fish fauna of the Neotropical region: impacts and management related to diversity and fisheries. **Brazilian Journal of Biology**, 68(4), 1119–1132. doi:10.1590/S1519-69842008000500019.

ANDRADE, D P, PASCHOAL L R P, O R de, FRANÇA. 2012. n Assessment of Hydroelectric Power Station Marechal Mascarenhas de Moraes fifth-order tributaries water quality at the Rio Grande watershed (Minas Gerais State, Brazil). **Acta Limnologica Brasiliensia**, vol. 24, n. 3, p. 326-337.

ANGER, K. 2012. Neotropical macrobrachium (caridea: palaemonidae): on the biology, origin, and radiation of freshwater-invading shrimp. [s. l.], v. 33, n. 2, p. 151–183. Disponível em: <https://doi.org/10.1163/1937240X-00002124>

ANGER K, HAYD, L KNOTT J, NETTELMANN U. 2009. Patterns of larval growth and chemical composition in the Amazon River prawn , *Macrobrachium amazonicum*. **Aquaculture**, [s. l.], v. 287, n. 3–4, p. 341–348. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2008.10.042>

BAUER, R.T. 2004. Remarkable shrimps: adaptations and natural history of the carideans Norman: University of Oklahoma Press, 282 p. **Animal Natural History series**, vol. 7.

BIALETZKI A, NAKATANI K, BOND-BUCKUP, BAUMGARTNER G, 1997. Occurrence of macrobrachium amazonicum (heller) (decapoda, palaemonidae) In leopoldo's inlet (ressaco do leopoldo), upper paraná river, porto rico, Paraná, BRAZIL. **Icassp**, [s. l.], v. 21, n. 3, p. 295–316;

BIESEMEYER, K F. 2005. Variação nictemeral da estrutura e dinâmica da comunidade fitoplanctônica em função da temperatura da água nas épocas de seca e chuva em reservatório urbano raso mesotrófico (Lago das Ninféias), Parque Estadual das Fontes do Ipiranga , São Paulo. [s. l.], p. 161p.

BRAZÃO, C C. 2018. EFEITO COMBINADO DE AMÔNIA E NITRITO PARA JUVENIS DE *Macrobrachium amazonicum*. **ufpr**, [s. l.].

BUENO, A A P; BONATTO, C R.; ALMEIDA, A C. 2019. Influence of environmental variables on seasonal abundance and relative growth of *macrobrachium amazonicum* (Crustacea: Decapoda: Caridea): Variations of a continental population. **Iheringia - Serie Zoologia**, [s. l.], v. 109, p. 1–9. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1678-4766e2019018>

CAVALCANTE, D. V.; BENTES, B. S.; MARTINELLI-LEMOS, J. M. 2016. Abundance and spatial-temporal distribution of *Macrobrachium surinamicum* Holthuis, 1948 (Palaemonidae) in the Amazon estuary, north of Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, [s. l.], v. 77, n. 3, p. 594–601. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1519-6984.00316>

COSTA, T V; DE M, L A; MACHADO, N de J B. 2016. Population structure of *Macrobrachium amazonicum* in two floodplain lakes of Amazonia. **Boletim do Instituto de Pesca**, [s. l.], v. 42, n. 2, p. 281–293. Disponível em: <https://doi.org/10.20950/1678-2305.2016v42n2p281>

CUNHA, M C. 2019. Caracterização populacional e plasticidade morfológica de duas populações hololimnéticas de *macrobrachium amazonicum* (decapoda, palaemonidae). [s. l.].

CUZON, G, HEW, M, COGNIE, D, SOLETECHNIK, P, 1982. Time lag effect of feeding on growth of juvenile shrimp, *Penaeus japonicus* Bate. **Aquaculture**. 29, 33-44

DALL, W, 1986. Estimation of routine metabolic rate in a penaeid prawn, *Penaeus esculentus* Haswell. **J. Exp. Mar. Biol. Ecol.** 96, 57-74.

SANTOS A, HAYD L, ANGER K. 2013. A new species of *Macrobrachium* Spence Bate, 1868 (Decapoda, Palaemonidae), *M. pantanalense*, from the Pantanal, Brazil. **Zootaxa**. 2013;3700:534-46. doi: 10.11646/zootaxa.3700.4.2. PMID: 26106741.

FREIRE, J L; MARQUES, C B; SILVA, B B 2012.. Estrutura Populacional e Biologia Reprodutiva do Camarão-da-Amazônia *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Decapoda: Palaemonidae) em estuário da região nordeste do Pará, BRASIL. [s. l.], v. 16, n. 2, p. 65–76.

GRAVE S, SMITH K G, ADELER N A, ALLEN D J, ALVAREZ F, ANKER A, CAI Y, CARRIZO S F, KLOTZ W, MANTELATTO F L M. 2015. Dead shrimp blues: a global

assessment of extinction risk in freshwater shrimps (Crustacea: Decapoda: Caridea). **PLoS One**. 10(3):1–14. doi:10.1371/journal.pone.0120198.

GUALBERTO T L, ALMEIDA L O, MENIN M. 2012. Population structure, fecundity and ecological aspects of freshwater shrimp species (Decapoda, Palaemonidae) of an urban forest fragment in Central Amazonia, Brazil. **Crustaceana**. 85:1205–1219.

HAYD, L; ANGER, K. 2013. Reproductive and morphometric traits of macrobrachium amazonicum (Decapoda: Palaemonidae) from the Pantanal, Brazil, suggests initial speciation. **Revista de Biologia Tropical**, [s. l.], v. 61, n. 1, p. 39–57. Disponível em: <https://doi.org/10.15517/rbt.v61i1.10881>

HERNANDEZ-SANDOVAL P, DÍAS-HERRERA F, DÍAS-GAXIOLA J M, MARTÍNEZ-VALENZUELA C, GARCÍA-GUERRERO M. 2018. Thermal preference, critical thermal limits, oxygen routine consumption and active metabolic scope of *Macrobrachium tenellum* (Smith, 1871) maintained at different acclimation temperatures. **Lat Am J Aquat Res**. 46(3):558–569. doi:10.3856/vol46-issue3-fulltext-9.

HUED, A C; BISTONI, M De Los Á. 2005. Development and validation of a Biotic Index for evaluation of environmental quality in the central region of Argentina. **Hydrobiologia**, [s. l.], v. 543, n. 1, p. 279–298. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10750-004-7893-1>.

JUNK, W. J.; NUNES DE MELLO, J. A. S. Impactos ecológicos das represas hidrelétricas na bacia amazônica brasileira\*. *Estudos Avançados*, [s. l.], v. 4, n. 8, p. 126–143, 1987.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (27 de agosto de 2020). «Estimativa populacional de julho de 2020». Consultado em 20 de julho de 2021

LIMA, D.P., SILVA, L.M.A. & LIRA, A.C.S. 2013. Biologia populacional de *Macrobrachium jelskii* (Miers, 1778) (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae) em uma planície inundável na Amazônia Oriental, Brasil. *Biota Amazônia*, 3(2), 11-22. <http://dx.doi.org/10.18561/2179-5746/biotaamazonia.v3n2p11-22>.

LIMA J F, SILVA L M A Da, SILVA T C Da, GARCIA J Da S, PEREIRA I Da S, AMARAL K D S. 2014 Reproductive aspects of *Macrobrachium amazonicum* ( Decapoda : Palaemonidae ) in the State of Amapá , Amazon River mouth Aspectos reprodutivos do camarão *Macrobrachium amazonicum* ( Decapoda : Palaemonidae ) no estado do Amapá , foz do rio Amazonas. **Acta Amazonica**, [s. l.], v. 44, n. 2, p. 245–254.

LUCENA-FRÉDOU, F., J. ROSA-FILHO, M. SILVA, E. AZEVEDO. 2010. Population dynamics of the river prawn, *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Decapoda, Palaemonidae) on Combu Island (Amazon Estuary). **Crustaceana**, 83(3): 277-290.

LUCENA I C De, NASCIMENTO W M Do, PINHEIRO A P, CASCON P. 2020. Ecological responses of two shrimp populations (Palaemonidae) to seasonal abiotic factor variations in a Brazilian semiarid reservoir, **Ethology Ecology & Evolution**, 32:5, 409-432, DOI: 10.1080/03949370.2020.1746404

MACIEL, C.R.; VALENTE, W.C. 2009. Biology, fisheries and aquaculture of the Amazon River Prawn *Macrobrachium amazonicum*: a review. **Nauplius**, 17(2): 61-79.

MAGALHÃES C, BUENO S L S , BOND-BUCKUP G, VALENTI W C, SILVA H L M Da, KIYOHARA F, MOSSOLIN E C, ROCHA S S. 2005 Exotic species of freshwater decapod crustaceans in the state of São Paulo, Brazil: records and possible causes of their introduction. **Biodiversity and Conservation**, vol. 14, p. 1929-1945.

MCTIGUE, T A, FELLER, R J, 1989. Feeding of juvenile white shrimp *P. setiferus*: periodic or continuous?. **Mar. Ecol. Prog. Ser.** 52, 227-233.

MELO, G A S D E. 2003. Manual de Identificação das Famílias Pseudothelphusidae Trichodactylidae. [s. l.].

MELO D De C D, SCANLON B R, ZHANG Z, WENDLAND E, YIN L. 2016. Reservoir storage and hydrologic responses to droughts in the Paraná River basin, south-eastern Brazil. **Hydrology and Earth System Sciences**, vol. 20, n. 11, p. 4673.

MEYER -ROCHOW, V. B. 1994. Light-induced damage to photoreceptors of spiny lobsters and other crustaceans. *Crustaceana* 67:95-109. PALMER, J. D. 1971. comparative studies of circadian locomotor rhythms in four species of terrestrial crabs. **American Midland Naturalist** 85(1):97-107.

MIRANDA, L M, RODRIGUES L R, PANTALEÃO J À F, ANDRADE L S. 2020. Reproductive aspects of the prawn *macrobrachium amazonicum* in a continental population living downstream of a hydroelectric dam. **Boletim do Instituto de Pesca**, [s. l.], v. 46, n. 3, p. 1–8. Disponível em: <https://doi.org/10.20950/1678-2305.2020.46.3.589>

NOVELIS. 2005. EIA/RIMA UHEs Caçu e Barra dos Coqueiros. 230p.

ODINETZ COLLART, O. 1991. Tucuruí dam and the populations of the prawn *Macrobrachium amazonicum* in the Lower Tocantins (Pa-Brazil): a four year study. **Archiv für Hydrobiologie**, [s. l.], v. 122, n. 2, p. 213–227. Disponível em: <https://doi.org/10.1127/archiv-hydrobiol/122/1991/213>

ODINETZ-COLLART O. MOREIRA, L C. 1993. Migração vertical nictemeral das larvas de *Macrobrachium amazonicum* num lago de várzea na Amazônia Central, Ilha do Careiro, Brasil. **Amazoniana**, [s. l.], v. 12, n. 3/4, p. 385–398. Disponível em: [http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins\\_textes/pleins\\_textes\\_6/b\\_fdi\\_35-36/40802.pdf](http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/pleins_textes_6/b_fdi_35-36/40802.pdf)

ODINETZ-COLLART, O. 1988. Aspectos ecológicos do camarão *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) no baixo Tocantins (PA-Brasil). **Memorias da Sociedad de Ciencias Naturales La Salle**, vol. 48, supl.

PAIVA, M.P.; CAMPOS, E. 1995. Fauna do Nordeste do Brasil. Conhecimento científico e popular. Fortaleza: **Banco do Nordeste do Brasil**. 274p.

PANTALEÃO, J À F. HIROSE, G L, COSATA, R C D, 2012. Relative growth, morphological sexual maturity, and size of *Macrobrachium amazonicum* (Heller 1862) (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae) in a population with an entirely freshwater life cycle. **Invertebrate Reproduction & Development**, 56(3): 180-190. <http://dx.doi.org/10.1080/07924259.2011.587276>.

PASCHOAL, L R P, SOUZA R M, GUIMARÃES F J, COUTO, E C G. 2013. Phytophilous caridean shrimps (Atyidae and Palaemonidae) in Salsa river (Canavieiras, Bahia, Brazil). **Nauplius**, vol. 21, n. 1, 123-126.

PASCHOAL, L, R, P. 2017. História natural de *macrobrachium amazonicum* (heller, 1862) (decapoda: palaemonidae) e sua importância em reservatórios neotropicais do sudeste brasileiro. - Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, [s. l.], 2017.

PASCHOAL, L R P, ZARA, F J. 2018. Sperm count of *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) populations with distinct life histories, with introduction of a simple counting method. *Aquaculture* 491, 368–374. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2017.12.046>. Paschoal, LRP, Zara, FJ (2019) The androgenic gland in male morphotypes of the Amazon River prawn

*Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862). **General and Comparative Endocrinology**, 275(1), 6–14. <https://doi.org/10.1016/j.ygcen.2019.01.014>.

PASCHOAL, L R P, OLIVEIRA, L J F, ANDREOLI, G C, ZARA, F J. 2019. Reproductive biology of *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) populations with distinct phenotypes in Neotropical reservoirs during the “El Niño” event. **Marine and Freshwater Research**, 70(10): 1465-1479. <http://dx.doi.org/10.1071/MF18228>

PÉREZ-REYES, O. 2014 Population and Community Dynamics of Freshwater Decapods in. **Utah State University ProQuest Dissertations Publishing**, [s. l.].

PILEGGI L G, MANTELATTO F L, 2010 Molecular phylogeny of the freshwater prawn genus *Macrobrachium* (Decapoda, Palaemonidae), with emphasis on the relationships among selected American species. **Invertebrate Systematics**, 24, 194–208. <https://doi.org/10.1071/IS09043>.

PILEGGI, L G, MANTELATTO, F L. 2012. Taxonomic revision of doubtful Brazilian freshwater shrimp species of genus *Macrobrachium* (Decapoda , Palaemonidae ). [s. l.], v. 102, n. 4, p. 426–437.

PORTO, 2004. L À da C. Estudos morfológicos em populações do complexo *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae) em diferentes bacias hidrográficas brasileiras. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004. Acesso em: 07 maio 2023.

QGIS Development Team, 2023. QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project. <http://qgis.osgeo.org>

R Core Team 2020. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

REYMOND, H & LAGARDÈRE, J P, 1990. Feeding rhythms and food of *P. japonicus* Bate (Crustacea, Penaeidae) in salt marsh ponds: Role of halophilic entomofauna. **Aquaculture** 84, 125-143.

ROBERTSSON, L, LAWRENCE, A, CASTILLE, F L, 1993. Effect of feeding frequency and feeding time in growth of the *Penaeus vannamei* (Boone). **Aquacult. Fish. Manage.** 24, 1-6.

SANTOS, J. A. 2006 Male Population Structure of the Amazon River Prawn (*Macrobrachium amazonicum*) in a natural environment. **Nauplius**, [s. l.], v. 14, n. 2, p. 55–63.



SILVA J C da. 2010. Biologia e ecologia dos camarões de água doce *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) e *Macrobrachium jelskii* (Miers, 1778) (Crustacea: Caridea: Palaemonoidea) no Rio Grande, região de Planura. MG. 2010. 83 f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Botucatu.

SILVA R C. 2019. Population structure of *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862)(Decapoda: Palaemonidae) in Miranda Hydroelectric Plant Reservoir, Araguari river, Minas Gerais, Brazil. **Acta Limnologica Brasiliensia**, vol. 31, e14.

SPANGENBERG J H. 2009 The DPSIR scheme for analysing biodiversity loss and developing preservation strategies. **Ecological Economics**, [s. l.], v. 69, n. 1, p. 9–11. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2009.04.024>

TUNDISI J G, 2008. Recursos hídricos no futuro: problemas e soluções. *Estudos Avançados*, 22(63), 7–16. doi:10.1590/S0103-40142008000200002.

UFG, Sobre Goiânia. 2010. Disponível em: <[https://projetos.extras.ufg.br/confaeb20anos/index.php?option=com\\_content&view=article&id=81&Itemid=59](https://projetos.extras.ufg.br/confaeb20anos/index.php?option=com_content&view=article&id=81&Itemid=59)>. Acessado em: 01/11/2022.

VERGAMINI F, PILEGGI L, MANTELATTO F, 2011. Genetic variability of the Amazon River prawn *Macrobrachium amazonicum* (Decapoda, Caridea, Palaemonidae). **Contributions to Zoology**, 80, 67–83. <https://doi.org/10.1163/18759866-08001003>.

WAGNER U. 2014 Variações nas assembléias de peixes de um reservatório tropical ao longo do ciclo nictimeral em ambientes providos ou não com abrigos artificiais. [s. l.], v. 5, n. 3, p. 248–253.

WANG W N, WANG A L, WANG D M, WANG L P, LIU Y, SUN R Y, 2003. Calcium, phosphorus and adenylate levels and Na<sup>+</sup>-K<sup>+</sup>-ATPase activities of prawn, *Macrobrachium nipponense*, during the moult cycle. **Comparative Biochemistry and Physiology Part A** 134:297-305.