



Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro

Centro de Ciências Biológicas e da Saúde (CCBS)

Instituto de Biociências (IBIO)

Programa de Pós-graduação em Biodiversidade
Neotropical (PPGBIO)

**BIOLOGIA POPULACIONAL DE *Cyclestheria hislopi*
(BAIRD, 1859) (CRUSTACEA, BRANCHIOPODA) NO
RESERVATÓRIO DE RIBEIRÃO DAS LAJES (RIO DE
JANEIRO, BRASIL): DENSIDADE, BIOMASSA E
ASSOCIAÇÃO COM CONDIÇÕES LIMNOLÓGICAS.**

Daniel da Silva Farias

Orientadora: Dra. Christina Wyss Castelo Branco
Co-orientadora: Dra. Betina Kozlowsky Suzuki

Rio de Janeiro - RJ

2016

**BIOLOGIA POPULACIONAL DE *Cyclestheria hislopi* (BAIRD, 1859)
(CRUSTACEA, BRANCHIOPODA) NO RESERVATÓRIO DE
RIBEIRÃO DAS LAJES (RIO DE JANEIRO, BRASIL): DENSIDADE,
BIOMASSA E ASSOCIAÇÃO COM CONDIÇÕES LIMNOLÓGICAS.**

Daniel da Silva Farias

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Neotropical da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro como requisito parcial para a obtenção do grau de mestre em Ciências Biológicas.

Banca examinadora:

Dra. Christina Wyss Castelo Branco (orientadora) – UNIRIO

Dra. Vanessa Guimarães Lopes- UFG

Dr. Aloysio da Silva Ferrão Filho – FIOCRUZ

Dr. Roberto de Moraes Lima Silveira (suplente) - UFMT

Rio de Janeiro, 22 de fevereiro de 2016

Ficha catalográfica

Farias, D. S.

Biologia populacional de *Cyclestheria hislopi* (BAIRD, 1859) (Crustacea, Branchiopoda) no Reservatório de Ribeirão das Lajes (Rio de Janeiro, Brasil): densidade, biomassa e associação com condições limnológicas.

Orientadora: Dra. Christina Wyss Castelo Branco

Co-orientadora: Dra. Betina Kozlowsky Suzuki

2016, x + 38

Dissertação - Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Programa de Pós-graduação em Biodiversidade Neotropical.

Palavras-chave: 1. *Cyclestheria hislopi*; 2. Conchostrácode; 3. Biologia populacional; 4. Reservatório tropical

Agradecimentos

Agradeço em primeiro lugar a minha orientadora, Profa. Dra. Christina Wyss Castelo Branco, pela orientação e compreensão, por acreditar no meu potencial, até quando eu mesmo duvidei dele, e por ter me apoiado em mais uma etapa da minha vida acadêmica. Agradeço também pela confiança depositada em minha pessoa, que chegou a me levar à terra dos Alpes. Vielen Dank!

A Minha co-orientadora Profa. Dra. Betina Kozlowsky Suzuki, pela orientação e amizade, por ouvir nos momentos em que precisei ser ouvido e por falar nos momentos que precisei ser guiado. Tack!

Ao meu Orientador na EAWAG Dr. Blake Matthews pela confiança e pela oportunidade de trabalhar naquele lindo lugar de Kastanienbaum, além de todo conhecimento sobre ecologia teórica e experimental.

A EAWAG pela bolsa oferecida durante minha estadia na Suíça e pela oportunidade de praticar ciência fora do Brasil.

Aos membros da banca, Dr. Aloysio da Silva Ferrão Filho, Dra. Vanessa Guimarães Lopes e Dr. Roberto de Moraes Lima Silveira por terem aceitado prontamente serem parte da banca examinadora.

À minha querida amiga Cecília, que se tornou uma verdadeira irmã, alguém que eu tive o prazer de encontrar quase todos os dias nos cinco meses em que estive na Suíça e que ainda posso contar agora que voltamos ao Brasil.

Ao meu amigo Izidro, pelas dicas, planilhas, scripts, observações e conselhos que facilitaram, e muito, redigir esta Dissertação.

À minha amiga Clarice, que me ajudou desde o primeiro dia no NEL, por suas dicas, pelas conversas limnológicas, confraternização em eventos e congressos, e por ter me abrigado em um Natal que poderia ser o mais frio de todos.

À minha companheira de turma e de laboratório Lorena Pinheiro, que viveu quase toda esta jornada comigo, uma pessoa que eu aprendi a conviver e admirar. Obrigado pelos resumos, pelos trabalhos em grupo, pelas aulas, pelas conversas e principalmente por ouvir meus surtos e sempre estar lá para oferecer uma resposta. Estar ao seu lado certamente tornou este mestrado mais agradável.

Aos meus companheiros de laboratório: Aninha, Leo, Paula, Priscila, Ewerton, Gabriela e Adriana por alegrarem cada coleta e congresso e por todos os bons momentos dentro e fora do NEL.

Aos meus tantos companheiros do curto período que estive na EAWAG, que são muitos para nomear, e em especial ao Jaime Anaya-Rojas pelos seminários, pelos artigos, pelas aulas no R, pelas conversas sobre ciência e pelos “Cheese Day’s”. Prost!

Aos meus amigos do “escritório”, que tanto ouviram falar sobre minha vida acadêmica e sobre esta dissertação e que estiveram comigo fornecendo todo o apoio que eu precisei.

A equipe do Laboratório de Análises Químicas e Ambientais (LAQAM) e a equipe NEL pela colaboração nas coletas e análises da águas coletadas.

Ao Projeto Estocagem de Carbono, Fósforo e Nitrogênio nos Reservatórios da Light Energia S.A. do Programa de Pesquisa P&D da Light Energia S.A. pela bolsa durante o mestrado e a UNIRIO e Light Energia S.A. pelo apoio nas coletas.

A todos os professores do corpo docente do PPGGIO-UNIRIO que contribuíram na minha formação acadêmica e forneceram parte do conhecimento necessário para chegar a este momento.

E finalmente, agradeço aos meus pais, Sandra e José Augusto, pelo amor, carinho e paciência demonstrados em todos os momentos, pelo incentivo a continuar a minha jornada na academia, e pelo apoio incondicional que me permitiu chegar até aqui.

E a todos que contribuíram em minha jornada ao título de mestre.

“Se tiver o hábito de fazer as coisas com alegria, raramente encontrará situações difíceis.”

(Robert Baden-Powell)

Resumo

Cyclestheria hislopi é uma espécie de macroinvertebrado fitófilo da ordem Diplostraca que faz parte de um grupo de organismos parafiléticos chamados de conchostrácodes. Apesar da ampla distribuição da espécie, estudos sobre a dinâmica da estrutura populacional e da reprodução da espécie são raros em ambientes naturais. O presente trabalho representa o primeiro registro de *Cyclestheria hislopi* no estado do Rio de Janeiro. A estrutura de uma população natural desta espécie associada a *Salvinia auriculata* no Reservatório de Ribeirão das Lajes foi avaliada em termos de tamanho corporal, densidade, biomassa e “standing-crop” durante um ano. O tamanho corporal manteve o padrão observado por outros autores variando entre 762,4 a 3.841,0µm, com valor médio de 2.009,0µm ± 628,88. Foi verificada uma relação exponencial entre a biomassa e o comprimento da carapaça, sendo a equação significativa ($p < 0,05$). A densidade e o “standing-crop” estiveram associados com o regime hidrodinâmico do reservatório, controlado artificialmente, e com a cobertura de *Salvinia* no corpo d’água, sendo o conteúdo de oxigênio dissolvido e a concentração do íon potássio na água, os fatores limnológicos mais associados a variação da densidade e do “standing-crop” ao longo dos meses. A reprodução foi considerada exclusivamente partenogênica, não sendo encontrado machos, e a produção de ovos foi negativamente correlacionada a turbidez da água.

Abstract

Cyclestheria hislopi is a specie of phytophilous macroinvertebrate of the order Diplostraca being part of a paraphyletic group of organisms called conchostracods. Despite the wide distribution of the species, studies on the dynamics of population structure and reproduction are rare in natural environments. This study represents the first record of *C. hislopi* in the state of Rio de Janeiro. The structure of a natural population of *C. hislopi* associated to *Salvinia auriculata* in Lajes Reservoir was evaluated in terms of body size, density, biomass and standing-crop during the period of one year. The body size showed the pattern observed by other authors ranging from 762.4 to 3,841.0 μm , with an average value of $2,009.0 \pm 628.88\mu\text{m}$. A significant ($p < 0.05$) exponential relationship between the biomass and the carapace length was verified. The density and the standing-crop were associated with the hydrodynamic regime of the reservoir, controlled artificially, and with the *Salvinia* coverage. The content of dissolved oxygen and of the ion potassium in the water were the limnological factors most associated with variation in the density and in the standing-crop over the months. Reproduction was considered exclusively parthenogenic, with no males being found, and the egg production negatively correlated with turbidity.

Índice de Figuras

Figura 1- fêmea de <i>Cyclestheria hislopi</i> encubando embriões.....	3
Figura 2-Mapa indicando a localização do Reservatório de Ribeirão das Lajes e do ponto de coleta.....	7
Figura 3-Placa de contagem usada para análise quantitativa.	9
Figura 4- Distribuição de frequência por classe de tamanho de <i>C. hislopi</i> amostrados no RRL entre os meses de julho de 2012 a junho de 2013. Juvenil (cinza claro), Adulto não reproduzindo – ANR (cinza intermediário), Adulto com ovos-ACO (cinza escuro), Adulto com embriões – ACE (preto).....	16
Figura 5 – Número de indivíduos de <i>C. hislopi</i> capturados por mês no RRL durante o período de estudo.....	16
Figura 6- Variação do comprimento da carapaça (CC) de <i>C. hislopi</i> nos diferentes estágios ao longo do período de estudo, sendo Juvenil (cinza claro), Adulto não reproduzindo – ANR (cinza intermediário), Adulto com ovos-ACO (cinza escuro), Adulto com embriões – ACE (preto).	17
Figura 7 - Variação da largura da carapaça (LC) de <i>C. hislopi</i> nos diferentes estágios ao longo do período de estudo, sendo Juvenil (cinza claro), Adulto não reproduzindo – ANR (cinza intermediário), Adulto com ovos-ACO (cinza escuro), Adulto com embriões – ACE (preto).	17
Figura 8 - Regressão do Peso seco X Comprimento corporal para <i>C. hislopi</i> capturados no RRL	18
Figura 9 – Relação linear para peso seco x comprimento de <i>C. hislopi</i> capturados no RRL...	19
Figura 10 – Regressão linear da largura da carapaça X Comprimento da carapaça de <i>C. hislopi</i> capturados no RRL.	19
Figura 11– Densidade populacional de <i>C. hislopi</i> durante o período de estudo dividida nas classes de tamanho corporal e estágios reprodutivos, sendo Juvenil (cinza claro), Adulto não reproduzindo – ANR (cinza intermediário), Adulto com ovos-ACO (cinza escuro), Adulto com embriões – ACE (preto).....	21
Figura 12 – Proporção entre os estágios reprodutivos de <i>C. hislopi</i> durante o período de estudo no Reservatório de Lajes, sendo Juvenil (cinza claro), Adulto não reproduzindo – ANR (cinza intermediário), Adulto com ovos-ACO (cinza escuro), Adulto com embriões – ACE (preto).	22
Figura 13 – Standing-crop mensal de <i>C. hislopi</i> durante o período de estudo no RRL.	22

Figura 14 – Taxa de ovos, taxa de embriões e fertilidade de <i>C. hislopi</i> durante o período de estudo no Reservatório de Lajes.....	24
Figura 15 -Diagrama da RDA mostrando as variáveis ambientais e bióticas no RRL durante os meses de estudo.....	25

Índice de Tabelas

Tabela 1- Número de Indivíduos pesados de <i>C. hislopi</i> por classe de tamanho.....	10
Tabela 2- Estágio reprodutivo de <i>C. hislopi</i>	12
Tabela 3 - Valores mínimos, máximos, médias e desvio padrão das variáveis físicas e químicas no ponto amostral durante o período amostrado.....	14
Tabela 4- Coeficientes de correlação de Spearman (R) entre as variáveis ambientais e parâmetros populacionais de <i>C. hislopi</i> no RRL.....	25

Sumário

1- Introdução:	1
1.1- Biologia populacional.....	1
1.2- Macrófitas Aquáticas e fauna associada.....	2
1.3- Conchostrácodes.....	2
2- Objetivos	5
2.1- Objetivos Gerais	5
2.2- Objetivos Específicos	5
3- Área de estudo:.....	6
4- Materiais e métodos	8
4.1- Amostragem e coleta de dados	8
4.2- Tratamento das amostras	8
4.3- Avaliação do comprimento corporal/ contagem de ovos e embriões.....	9
4.4- Distribuição de frequência por classes de comprimento total	9
4.5- Avaliação da biomassa de <i>C. hislopi</i>	9
4.6- Crescimento alométrico	11
4.7- Maturação reprodutiva.....	11
4.8- Fertilidade.....	12
4.9- Determinação da densidade:.....	12
4.10- Determinação do Standing-crop	13

4.11- Análises estatísticas:	13
5- Resultados:	14
5.1- Variáveis ambientais	14
5.2- Estrutura Populacional de <i>C. hislopi</i>	15
5.2.1- Tamanho Corporal	15
5.2.2- Biomassa	18
5.2.3- Alometria	18
5.2.4- Densidade.....	19
5.2.5- Standing-crop.....	20
5.3- Biologia reprodutiva	23
5.4- Associação com as variáveis ambientais	24
6- Discussão.....	26
7- Conclusão	32
8- Referências bibliográficas	33

1- Introdução:

1.1- Biologia populacional

Uma população é definida como um grupo de organismos de uma mesma espécie, que ocupa um espaço definido em um tempo determinado e pode intercambiar influências genéticas. As populações apresentam um comportamento dinâmico, continuamente mudando ao longo do tempo por causa de migrações, natalidade e mortalidade; processos que são influenciados pelas condições ambientais, relações intra e interespecíficas e fluxos gênicos (ODUM, 1988).

A caracterização da estrutura das populações é essencial para a preservação dos recursos naturais (HUTCHINSON, 1981). O campo da biologia populacional examina nascimento, crescimento, reprodução e morte dentro das populações e procura identificar os fatores que influenciam o sucesso e a distribuição das populações, permitindo a compreensão da estabilidade ecológica das espécies e sua função ecossistêmica, tornando-se uma importante ferramenta em estudos de diferentes grupos taxonômicos (MONTALVO *et al.*, 1997; RICKLEFS, 2001). As populações possuem diversas características próprias mensuráveis, tais como: distribuição de indivíduos no tempo e no espaço, proporções de indivíduos em cada classe etária, razão sexual, período reprodutivo, variação genética, entre outros (HUTCHINSON, 1981; COSTA & NEGREIROS-FRANSOZO, 2003).

O tamanho de uma população pode ser avaliado pela sua densidade populacional. Mantendo-se fixa a área de distribuição, a população pode aumentar devido a nascimentos e/ou imigrações ou diminuir como consequência de mortes ou de emigrações (BEGON & MORTIMER, 1986).

A biomassa corporal é avaliada pelo peso médio das classes de tamanho e a soma da biomassa de todos os indivíduos de uma área em um momento no tempo é chamada de “standing-crop”. A avaliação do “standing-crop” vem sendo utilizado como um bom indicativo para estimativas de fluxo de matéria ou energia, oferecendo uma informação mais precisa que a densidade populacional sozinha (DUMONT *et al.*, 1975). O peso seco juntamente com o conteúdo de carbono são as unidades universais em estudos sobre ecologia energética, permitindo comparar a dinâmica de ecossistemas muito diferentes entre si (DUMONT *et al.*, 1975; ARAÚJO & PINTO-COELHO, 1998).

Outro aspecto importante da estrutura de população é a sua distribuição entre as diferentes faixas etárias, que pode ser avaliada a partir do tamanho corporal dos indivíduos. A distribuição de frequência dos membros da população ao longo de um gradiente de tamanho e tempo são utilizadas para estimar a intensidade e o período de recrutamento juvenil nas populações, as quais podem explicar variações sazonais do tamanho das populações (KING, 1995; OH *et al.*, 1999).

1.2- Macrófitas Aquáticas e fauna associada

O habitat dos organismos representa necessariamente o local onde esses vivem durante o seu ciclo de vida, e a presença da vegetação em corpos de água é um dos principais fatores ligados à estruturação dos habitats ocupados pelas populações e comunidades de animais aquáticos (ESTEVES, 1998). Organismos fitófilos são aqueles que passam todo ou parte do seu ciclo de vida habitando partes vegetais. Nos ecossistemas aquáticos continentais a fauna fitófila está normalmente associada as macrófitas aquáticas.

Podem ser consideradas macrófitas aquáticas todas as espécies herbáceas (Charophyta, Anthocerotophyta, Hepatophyta, Briophyta, Psilotophyta, Lycophyta, Pteridophyta, Arthrophyta e Magnoliophyta) visíveis a olho nu, que em condições normais podem se desenvolver em ambientes aquáticos e que possuem suas partes fotossinteticamente ativas permanentemente, ou por alguns meses, submersas ou flutuantes em água (COOK, 1974; PIVARI *et al.*, 2008). Macrófitas flutuantes livres são plantas vasculares aquáticas flutuantes com caules e raízes não ancorados que vivem na superfície da água (DOWNING-KUNZ & STACEY, 2011). Macrófitas flutuantes livres normalmente crescem em tapetes densos ao longo das margens de corpos d'água e preferem ambientes de baixa energia (AZZA *et al.*, 2006). As partes submersas da vegetação flutuante constroem um sistema de raízes e rizoma interligados que proporcionam locais para reprodução, alimentação e proteção de peixes, aves, insetos e outros invertebrados (HECKMAN, 1998), incluindo populações de conchostrácodes, sendo a distribuição desse grupo muitas vezes associada a este habitat.

1.3- Conchostrácodes

Os Conchostrácodes são microcrustáceos de água doce de diversas ordens dentro da classe Branchiopoda. Segundo as últimas revisões taxonômicas Branchiopoda é composta por quatro ordens vivos: Anostraca (que inclui as artêmias), Notostraca (camarão girino), Laevicaudata (pertencentes a antiga ordem Conchostraca), e Diplostraca (que inclui as pulgas d'água) (ROGERS, 2009; AHYONG *et al.*, 2011). A antiga ordem Conchostraca acabou por

ser considerada parafilética com relação a Cladocera (OLESEN, 1998; SPEARS & ABELE, 2000; BRABAND *et al.*, 2002), e com isso os conchostrácodes são agora divididos nas ordens Laevicaudata e Diplostraca (BRENDONCK *et al.*, 2008). A ordem Diplostraca é subdividida em três subordens: Spinicaudata (pertencentes a antiga ordem Conchostraca), Cyclestherida (pertencentes a antiga ordem Conchostraca), e Cladocera (pulgas d'água) (BRENDONCK *et al.*, 2008; ROGERS, 2009; AHYONG *et al.*, 2011).

Os Conchostrácodes são normalmente encontrados em corpos d'água temporários livres de predadores (principalmente peixes planctófagos) (RUPPERT *et al.*, 2005). São caracterizados por possuir uma carapaça bivalve ampla que recobre todo o corpo (BRENDONCK *et al.*, 2008). A maioria das espécies possui hábito bentônico ou fitófilo, embora muitos nadem ativamente, e são filtradores, alimentando-se de partículas suspensas ou ressuspensas do substrato (OLESEN *et al.*, 1996; OLESEN, 1998).

Cyclestheria hislopi (Baird, 1859) (Figura 1) é o único membro da família Cyclestheriidae e da ordem Cyclestherida, foi originalmente descrito a partir de amostras da Índia e, posteriormente, foi registrado em outras localidades da Ásia, bem como na Austrália; Américas do Norte, Central e do Sul; e África (OLESEN *et al.*, 1996). Hoje em dia é considerado de ocorrência circumtropical, sendo registrado em todas as regiões biogeográficas exceto na Antártica (OLESEN *et al.*, 1996; MARTIM *et al.*, 2003).



Figura 1- Fêmea de *C. hislopi* encubando embriões

O habitat natural de *C. hislopi* difere dos outros conchostrácodes, por ser não somente poças temporárias, mas também corpos d'água permanentes (ROSSLER, 1995). Esses organismos vivem entre a vegetação submersa, sendo esta característica atribuída a uma estratégia contra predação. Devido a este hábito, esta espécie pode ser encontrada durante todo o ano em águas permanentes mesmo na presença de predadores especializados, tais como peixes planctófagos.

As populações de *C. hislopi* se reproduzem por partenogênese, entretanto quando as condições físicas se tornam menos favoráveis podem aparecer machos e ocorrer mudança para a reprodução sexuada (OLESEN *et al.*, 1996). A observação de machos é extremamente rara e, muitas vezes, estes organismos não foram registrados em populações naturais. Nos grupos nos quais foi observado o acasalamento, os machos utilizam toracópodes anteriores modificados (claspers) para pegar as conchas de fêmeas e realizar a cópula, podendo as marcas na carapaça das fêmeas serem consideradas indicativas da presença de machos (OLESEN *et al.*, 1996). *C. hislopi* é o único conchostácode cujo desenvolvimento larval ocorre dentro dos limites das válvulas da carapaça da mãe (OLESEN, 1998). Tal como acontece em Anostraca e Notostraca, o ciclo de vida em todos os grupos de conchostrácodes é bastante breve, com o desenvolvimento, maturação, acasalamento e postura de ovos, por vezes, ocorrendo em um período de apenas algumas semanas ou dias.

Embora os conchostrácodes sejam relativamente comuns nos ecossistemas aquáticos continentais ao redor do globo, eles não têm sido amplamente estudados, em especial *C. hislopi*, tendo destaque os trabalhos taxonômicos realizados por Olesen (1996). No campo da ecologia esses organismos foram estudados por Paul & Nayar (1977) na Índia e Roessler (1995) na Colômbia. No Brasil é destaque a contribuição de Yashima *et al.* (2011) sobre o estudo do ciclo de vida de *C. hislopi* realizado em laboratório. Entretanto, estudos sobre a ecologia populacional destes organismos em grandes corpos d'água permanentes ainda não foram realizados. No presente estudo, serão analisados alguns atributos populacionais de *C. hislopi*, como: distribuição temporal, abundância, proporção de sexos e estrutura de tamanho corporal de uma população natural associada à macrófitas flutuantes do gênero *Salvinia* no Reservatório de Ribeirão das Lajes.

2- Objetivos

2.1- Objetivos Gerais

Conhecer as variações sazonais da estrutura populacional de *C. hislopi* no reservatório de Ribeirão das Lajes e correlacioná-las com as condições limnológicas.

2.2- Objetivos Específicos

- Estimar a densidade da população de *C. hislopi* em indivíduos por grama de *Salvinia* sp.
- Avaliar a relação peso-comprimento e largura-comprimento dos indivíduos
- Estimar o standing-crop de *C. hislopi* por grama de *Salvinia* sp.
- Calcular a razão entre fêmeas e machos na população.
- Calcular a fertilidade da população.
- Calcular a proporção adultos juvenis.
- Verificar se existe relação entre comprimento corporal e número de ovos e embriões encubados.
- Identificar quais parâmetros limnológicos mais influenciam o ciclo de vida de *C. hislopi*.

3- Área de estudo:

O reservatório de Ribeirão Lajes (RRL) é parte integrante do complexo de reservatórios da Light Serviços de Eletricidade S.A. e encontra-se nas vertentes da Serra do Mar à cota de aproximadamente 415m acima do nível do mar (Figura 2). O reservatório possui uma área de cerca de 30km² e profundidade máxima de 40m, acumulando um volume total 450x10⁶m³, com tempo de residência em torno de 300 dias (BRANCO *et al.*, 2009).

O RRL foi primeiro reservatório do estado, sendo formado entre os anos de 1905 e 1908, a partir do barramento do Rio Ribeirão das Lajes, tributário do Rio Guandu, e da transposição de águas do Rio Pirai, que chega ao reservatório através do Túnel de Tocos (DIAS *et al.* 2005). O Túnel de Tocos é uma tubulação subterrânea de 7km que transporta a água do Reservatório Tocos (0,59km²) na bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul (GUARINO *et al.* 2005).

O clima predominante na região é o tropical úmido, se enquadrando no tipo Aw da classificação de Köppen (1936). O regime pluviométrico é caracterizado pela existência de um período de estiagem, de junho a agosto (inverno) e período chuvoso, de dezembro a abril (verão), acumulando, em média, 1.400mm por ano e uma temperatura média anual de 23°C com média máxima 27°C e média mínima de 18°C (fonte: Climatempo).

O nível das águas do reservatório é mantido artificialmente, mas segue o regime de chuvas, com o maior nível a ser alcançado no fim da estação chuvosa (abril), e o menor nível no início (novembro), possuindo uma diferença entre os níveis máximo e mínimo de 5m. Este reservatório é geralmente monomítico, com uma tendência para a mistura da coluna d'água no inverno, dependendo das condições climáticas (BRANCO *et al.*, 2009).

O RRL está sob um baixo nível de impacto antropogênico, com florestas tropicais ocupando mais de 50% da área total da bacia hidrográfica (SOARES *et al.*,2008) o que permite a manutenção de um excelente padrão de qualidade das águas (BRANCO *et al.* 2009). Suas águas são classificadas como oligotróficas para mesotróficas (GUARINO *et al.*, 2005), sendo o corpo principal considerado Classe 1 e os braços e afluentes Classe Especial (águas utilizadas para abastecimento público mediante simples cloração) segundo a resolução Comitê Guandu 107/14, e abastecem diversos municípios do Estado do Rio de Janeiro, principalmente via sistema Guandu, desde 1940.

O ponto amostral escolhido para o presente estudo está localizado em um braço do RRL na região de São João Marcos, junto a Ponte Bela ($43^{\circ}59'47.69''\text{O}$, $22^{\circ}49'45.11''\text{S}$) sob influência do tributário Rio dos Pires. Este ponto é caracterizado por menores profundidades (aproximadamente 5m), margens menos íngremes e é frequentemente colonizado por macrófitas aquáticas do gênero *Salvinia* em densos bancos.

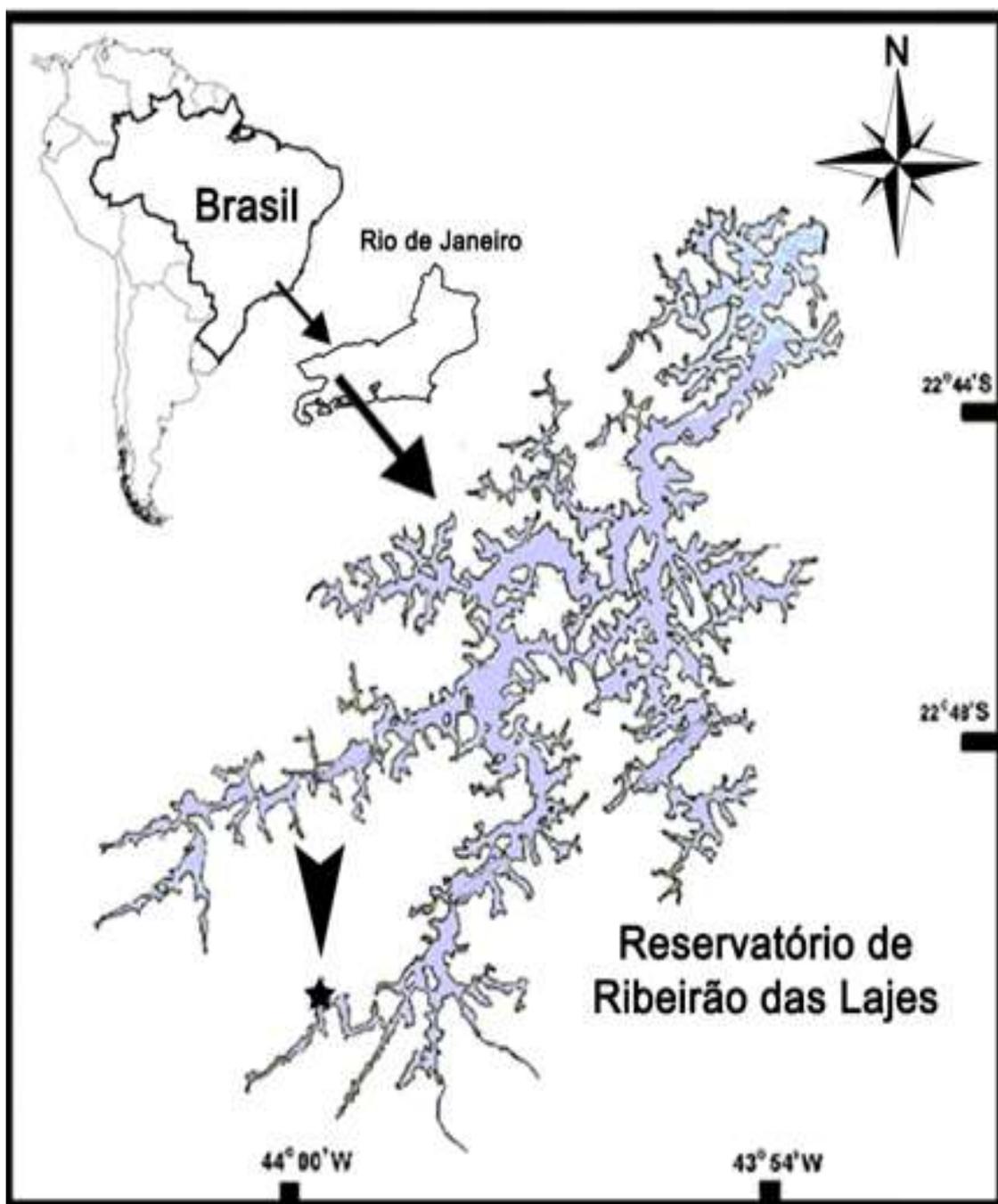


Figura 2-Mapa indicando a localização do Reservatório de Ribeirão das Lajes e do ponto de coleta.

4- Materiais e métodos

4.1- Amostragem e coleta de dados

Foram realizadas coletas mensais pelo período de 12 meses consecutivos, de julho de 2012 a junho de 2013. Em cada mês foram coletadas 3 amostras de *Salvinia* sp., com exceção de março e maio de 2013 quando apenas 2 amostras puderam ser coletadas. As coletas foram realizadas utilizando-se sacos plásticos de cinco litros e em cada amostra plantas foram coletadas e colocadas inteiras no saco plástico, junto com a água ao seu entorno para evitar desprendimento dos organismos.

Nas amostragens foram medidos em campo com auxílio de sonda multiparamétrica YSI-6920: temperatura da água, oxigênio dissolvido, pH, condutividade elétrica, potencial de oxirredução. Também foram mensuradas a turbidez da água com turbidímetro INSTRUTHERM TD300 e a transparência da água foi avaliada pelo disco de Secchi (35cm de diâmetro). Também foram coletados 500ml da água subsuperficial para posterior análise de clorofila-*a*, íons (amônio, cálcio, magnésio, potássio, sódio, cloretos, fosfato dissolvido, nitrito, nitrato e sulfato) e fósforo total. A água para análise de nutrientes e clorofila-*a* foi resfriada e posteriormente analisada em laboratório por cromatografia iônica e espectrofotometria, respectivamente, de acordo com a metodologia indicada pela American Public Health Association (APHA, 2005). As análises químicas foram realizadas no Laboratório de Análises Químicas Ambientais do Instituto de Biociências da UNIRIO.

4.2- Tratamento das amostras

O material coletado foi triado em laboratório logo após a coleta. Para triagem, o material vegetal foi separado em partes e, em seguida, limpo através de lavagens sucessivas em uma bandeja de 30x20cm. A água de lavagem e a água coletada junto com o material vegetal foram analisadas com o auxílio de uma lupa de mão e os organismos encontrados foram imediatamente transferidos para um pote de 100mL e fixados com álcool etílico hidratado 70° INPM.

O material vegetal já triado foi reservado em bandejas de alumínio e colocado para secar em estufa à temperatura de 60°C durante 24h, sendo em seguida pesado em balança analítica com precisão de 0,001g para determinação da biomassa das macrófitas.

4.3- Avaliação do comprimento corporal/ contagem de ovos e embriões

Os exemplares de *C. hislopi* triados em cada amostra foram colocados em uma placa de contagem (Figura 3) e alisados sob microscópio estereoscópico Nikon SMZ800 com câmera acoplada sob a magnificação total de 10x para contagem de indivíduos, determinação de sexo, contagem de óvulos e embriões nas câmaras embrionárias das fêmeas, e determinação de seu comprimento (distância entre a parte anterior e posterior da carapaça) e largura (distância entre a parte superior e inferior da carapaça). A avaliação do sexo foi baseada em Olesen (1996) e o animal foi dissecado quando necessário para confirmar esta condição. O comprimento e largura dos exemplares foram avaliados utilizando o software ToupView versão 3.7.

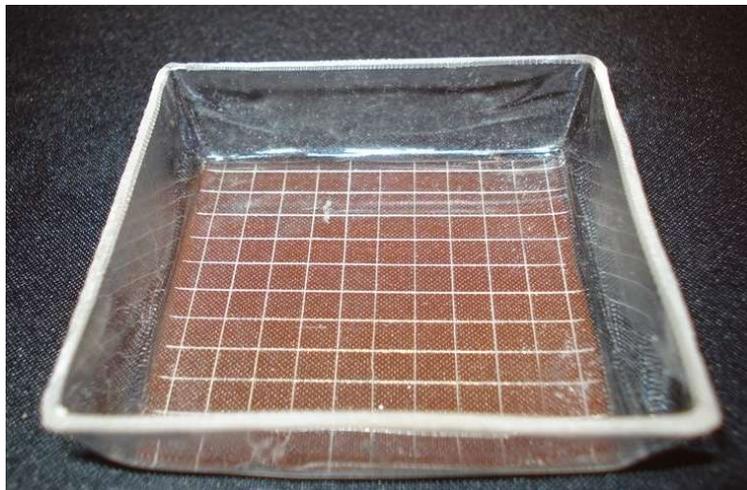


Figura 3-Placa de contagem usada para análise quantitativa.

4.4- Distribuição de frequência por classes de comprimento total

Os indivíduos encontrados foram divididos em 16 classes de tamanho com intervalos de 200 μ m iniciando em 650 μ m, de modo a representar toda a extensão de tamanho corporal da população.

4.5- Avaliação da biomassa de *C. hislopi*

A avaliação da biomassa de *C. hislopi* foi realizada em triplicata baseada na revisão da metodologia de avaliação de biomassa para microcrustáceos realizada por Bettler & Bonecker (2006). Os indivíduos para pesagem foram coletados de forma aleatória, de modo a representar o máximo da extensão de tamanho corporal da população, sendo divididos entre 16 classes de comprimento corporal. Os indivíduos foram lavados em água destilada e seus

ovos e embriões, caso presentes, foram removidos antes da pesagem; a biomassa de ovos e embriões não foi avaliada. A avaliação do comprimento corporal dos organismos pesados seguiu o mesmo protocolo da etapa de contagem e o comprimento médio de cada classe de tamanho foi utilizado para estimar a biomassa de todos os indivíduos em uma mesma classe.

Para a avaliação do peso-seco, os indivíduos medidos foram transferidos para lamínulas de vidro previamente pesadas, e colocados para secar em estufa a temperatura de 60°C durante 24h. O número de indivíduos em cada lamínula variou 1 a 15 de acordo com o peso esperado para cada classe de comprimento (tabela 1), de modo que cada grupo de organismos pesado somasse um mínimo de 5µg de peso seco. A primeira e a última classe de tamanho não foram pesadas, pois não se obteve número mínimo de organismos para pesagem. Depois da secagem as amostras foram colocadas para esfriar em um dessecador por uma hora e em seguida foram transferidas para pesagem em micro-balança Mettler MX-5 com precisão de 0,1µg. Cada amostra teve seu peso aferido três vezes e o peso seco final da amostra foi considerado a subtração da média das pesagens da lamínula com indivíduos pelo peso da lamínula vazia.

Tabela 1- Número de Indivíduos pesados de *C. hislopi* por classe de tamanho

Classe de tamanho	Nº de organismos pesados por lamínula
650-850µm	Não pesado
850-1050µm	15
1050-1250µm	15
1250-1450µm	10
1450-1650µm	10
1650-1850µm	10
1850-2050µm	5
2050-2250µm	5
2250-2450µm	5
2450-2650µm	4
2650-2850µm	4
2850-3050µm	3
3050-3250µm	2
3250-3450µm	1
3450-3650µm	1
3650-3850µm	Não pesado

A relação peso-comprimento foi obtida pelo ajuste de equações a partir da fórmula abaixo:

$$W = a * L^b$$

Onde “a” e “b” são constantes espécie-específicas, W é a biomassa (μg de peso seco) e “L” o comprimento do corpo em mm, sendo “a” e “b” calculados a partir dos pesos secos correspondentes a cada classe de tamanho do corpo. Foi utilizado um teste F para verificar se a diferença entre as variâncias era significativa a um nível de 95% de confiança.

4.6- Crescimento alométrico

Para estudo do crescimento alométrico, foi utilizado o modelo de equação exponencial, $Y = a X^b$, transformado de forma logarítmica em um modelo linear:

$$\ln Y = \ln a + b \ln L$$

sendo:

Y = Biomassa

L = comprimento corporal

a = intercepção do logaritmo da regressão linear sobre “Y” e “b”

b = coeficiente de crescimento relativo ou de alometria;

ln = logaritmo neperiano.

O crescimento foi considerado isométrico quando $b = 1$, o que indica taxas de desenvolvimento de “X” e “Y” semelhantes no intervalo de crescimento avaliado. No caso de $b \neq 1$, o crescimento foi considerado alométrico positivo quando $b > 1$ e negativo quando $b < 1$.

4.7- Maturação reprodutiva

A condição reprodutiva nas fêmeas foi determinada pela presença ou ausência de elementos reprodutivos (ovos ou embriões). A maturidade sexual individual foi determinada baseada no comprimento corporal da menor fêmea capturada encubando ovos ou embriões, sendo expressa em quatro estágios de desenvolvimento como indicado na tabela 2.

Tabela 2- Estágio reprodutivo de *C. hislopi*

Estágio	Característica	Sigla
Juvenil	Indivíduos abaixo da maturidade sexual	JUV
Adultas em fase não reprodutiva	Indivíduos acima da maturidade sexual, mas sem ovos ou embriões	ANR
Adulta com ovos	Indivíduos encubando ovos	ACO
Adulta com embriões	Indivíduos encubando embriões	ACE

4.8- Fertilidade

A fertilidade foi expressa em número de ovos ou embriões por indivíduos, segundo a fórmula:

$$F = E/N$$

Sendo:

F=Fertilidade

E= Número de ovos ou embriões

N= Número do total de adultos reprodutores na amostra.

4.9- Determinação da densidade:

Nas análises quantitativas a densidade populacional de *C. hislopi* em indivíduos por grama de Peso Seco de *Salvinia* sp. (ind.g⁻¹PSS) foi estimada para cada amostra utilizando-se a seguinte fórmula:

$$D = Y/PS$$

Sendo:

D- Densidade

Y- Total de indivíduos contados na amostra

PS- Peso seco da amostra de *Salvinia* sp.

4.10- Determinação do “Standing-crop”

O “standing-crop” de cada amostra foi obtido pela soma da biomassa de cada indivíduo na amostra, estimada aplicando a equação da regressão Peso-Comprimento, representado em μg de Peso seco de biomassa de *C. hislopi* por grama de Peso seco de *Salvinia* sp. ($\mu\text{gB.g}^{-1}\text{PSS}$).

4.11- Análises estatísticas:

A normalidade dos dados ambientais e bióticos foram testadas utilizando o teste Shapiro-Wilk, e quando não atenderam os critérios de normalidade foram transformadas em $\log(x+1)$, exceto pH. Foram utilizados dois modelos lineares generalizados (GLM), ajustados tendo o comprimento da carapaça e a temperatura da água como variáveis explicativas. As variáveis respostas para cada um dos modelos foi o número de ovos por fêmea e o número de embriões por fêmea, respectivamente; o modelo de distribuição de probabilidade utilizado foi o de Poisson (variável resposta quantitativa discreta).

Foi determinado se havia correlação entre as variáveis abióticas e populacionais utilizando-se as médias mensais dos parâmetros populacionais e reprodutivos encontrados para a espécie na área de estudo aplicando o coeficiente de Spearman, correlacionando-se os dados a um nível de 95% de confiança, ou seja, aqueles que apresentaram valor de probabilidade menor que 0,05. Com o objetivo de explorar as relações entre conteúdo iônico da água e os parâmetros populacionais de *C. hislopi* foi utilizada uma análise de redundância (RDA). O teste de Monte Carlo foi usado para informar a probabilidade dos autovalores dos eixos terem ou não sido distribuídos ao acaso. As análises estatísticas foram realizadas utilizando o software R versão 3.1.2.

5- Resultados:

5.1- Variáveis ambientais

A Tabela 3 resume as condições físicas e químicas da água no ponto de coleta durante o período de estudo. Algumas variáveis estiveram associadas aos padrões sazonais e apresentaram maiores valores nos períodos mais secos (agosto a setembro de 2012 e abril a junho de 2013) como a transparência da água, concentração de oxigênio dissolvido e o nível do reservatório, controlado artificialmente. Já os valores de temperatura, turbidez e concentração de clorofila-*a* apresentaram relação contrária, ocorrendo maiores valores nos períodos de maior pluviosidade (de novembro a março).

Tabela 3 - Valores mínimos, máximos, médias e desvio padrão das variáveis físicas e químicas no ponto amostral durante o período amostrado.

Variável	Unidade	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
Clorofila-<i>a</i>	µg.L ⁻¹	0,010	5,920	2,565	1,782
Fósforo total	mg.L ⁻¹	0,009	0,036	0,014	0,008
Sólidos totais dissolvidos	mg.L ⁻¹	12,000	23,000	13,000	2,875
Turbidez	NTU	0,000	3,570	0,990	1,024
pH		6,640	7,700	7,245	0,302
Transparência	m	1,000	5,200	3,225	1,145
Temperatura	°C	22,200	31,600	26,250	2,811
Oxigênio dissolvido	mg.L ⁻¹	3,710	7,860	5,115	1,130
Condutividade elétrica	µs.cm ⁻¹	27,400	33,200	30,400	1,677
Sódio	mg.L ⁻¹	1,504	3,200	2,453	0,609
Amônio	mg.L ⁻¹	0,001	0,015	0,011	0,005
Potássio	mg.L ⁻¹	0,396	1,890	1,165	0,486
Magnésio	mg.L ⁻¹	1,230	1,989	1,529	0,240
Cálcio	mg.L ⁻¹	0,750	3,456	2,907	0,717
Cloreto	mg.L ⁻¹	1,420	6,832	2,410	1,900
Nitrito	mg.L ⁻¹	0,001	0,068	0,012	0,027
Nitrato	mg.L ⁻¹	0,080	1,694	0,921	0,514
Fosfato	mg.L ⁻¹	0,003	0,009	0,008	0,002
Sulfato	mg.L ⁻¹	0,094	2,983	2,346	1,104
Nível do reservatório	m (a.n.m.*)	410,010	415,280	413,020	1,845

*acima do nível do mar.

5.2- Estrutura Populacional de *C. hislopi*

Um total de 3.155 indivíduos foi coletado e mensurado durante todo o período amostral, sendo todas fêmeas. A distribuição de frequência dos indivíduos apresentou uma distribuição bimodal, sendo possível observar o destaque de dois picos, o maior na classe de tamanho intermediária de 2250-2450 μm com 395 indivíduos contados e um ligeiramente menor na classe de tamanho de 1250-1450 μm com 358 indivíduos (Figura 4). As classes com os menores números de indivíduos capturados foram as que representam os maiores e menores comprimentos corporais: 3650-3850 μm (7 ind), representada apenas por fêmeas em estágio reprodutivo (com ovos ou embriões), e 650-850 μm (12 ind), representada apenas por juvenis. O maior número de fêmeas em estágio reprodutivo foi encontrado na Classe 2450-2650 μm , sendo 83 ACO e 117 ACE. O número total de animais capturados por mês variou entre 37 (novembro de 2010) e 521 (fevereiro de 2013) (Figura 5).

5.2.1- Tamanho Corporal

A amplitude do comprimento da carapaça (CC) dos indivíduos variou de 762,4 a 3.841,0 μm , com valor médio de 2.009,0 $\mu\text{m} \pm 628,88$, sendo o maior CC observado no mês de julho de 2012 e o menor no mês de junho de 2013 (Figura 6). O menor CC correspondeu a um indivíduo juvenil e o valor máximo para este estágio foi de 1402,6 μm (agosto de 2012), sendo a média desse estágio igual a 1176,07 $\mu\text{m} \pm 148,84$. Foram encontradas fêmeas adultas a partir do comprimento de 1402,7 μm , que corresponde ao menor CC de uma fêmea com ovos, sendo esta encontrada em agosto de 2012. O tamanho médio das fêmeas com ovos foi de 2579,73 $\mu\text{m} \pm 343,59$, atingindo um CC máximo de 3841,3 μm (julho de 2013). Já as fêmeas com embriões atingiram uma média de 2704,48 $\mu\text{m} \pm 345,22$, variando entre 1946,8 (março de 2013) e 3798,3 μm (abril de 2013). As fêmeas adultas que não estavam reproduzindo variaram de 1402,9 (março de 2013) a 3632,1 μm (janeiro de 2013), com média de 2084,07 $\mu\text{m} \pm 453,07$ (Figura 4). A média de CC das fêmeas ovígeras foi a que sofreu maior variação ao longo do estudo sendo a maior média mensal observada em agosto de 2012 para ACE (3285,22 $\mu\text{m} \pm 248,87$) e a menor em novembro para ACO (2161,93 $\mu\text{m} \pm 492,87$). A variação da largura da carapaça (LC) acompanhou o padrão do comprimento da carapaça, variando de 491,8 μm a 3326,0 μm com valor médio de 1617,0 $\mu\text{m} \pm 565,15$ de amplitude (Figura 7).

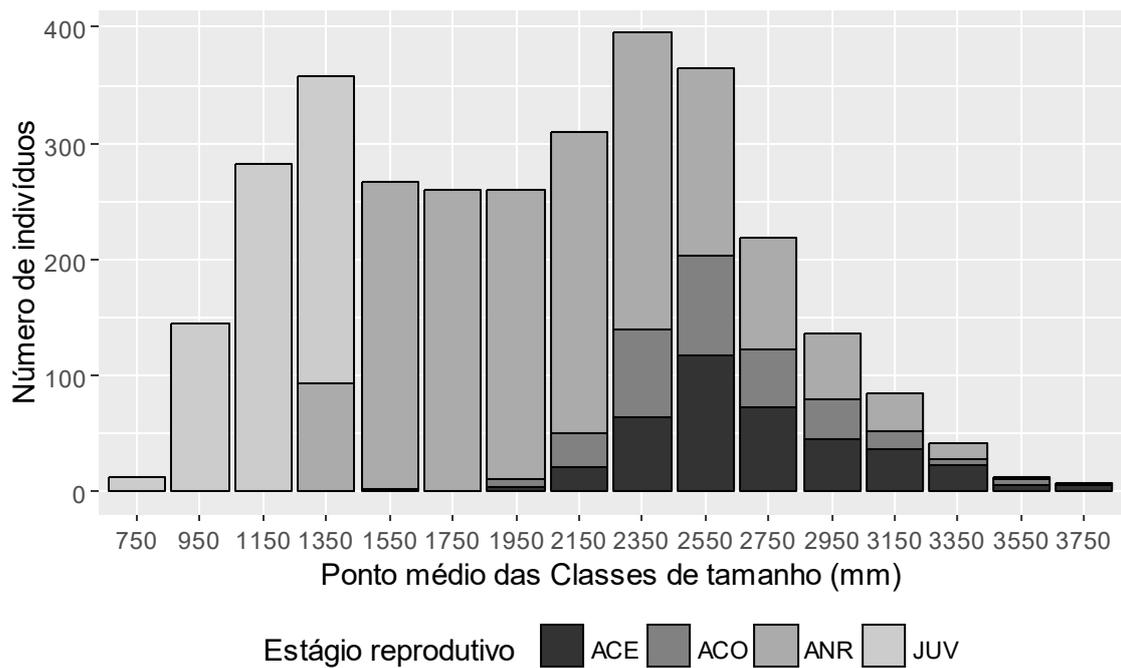


Figura 4- Distribuição de frequência por classe de tamanho de *C. hislopi* amostrados no RRL entre os meses de julho de 2012 a junho de 2013. Juvenil -JUV (cinza claro), Adulto não reproduzindo – ANR (cinza intermediário), Adulto com ovos-ACO (cinza escuro), Adulto com embriões – ACE (preto).

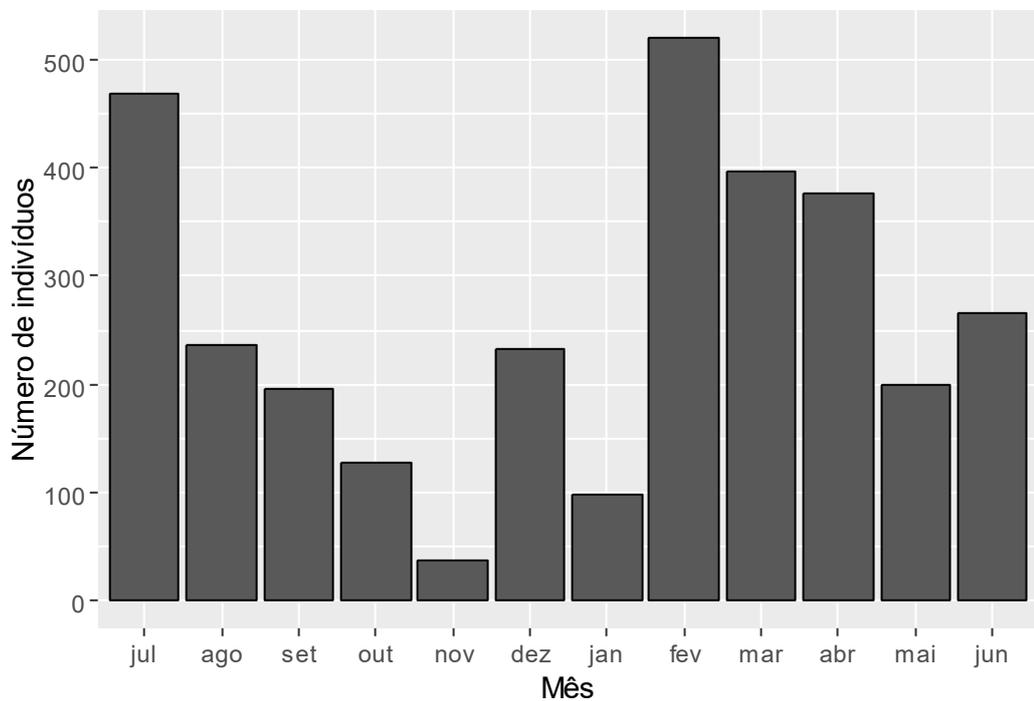


Figura 5 – Número de indivíduos de *C. hislopi* capturados por mês no RRL durante o período de estudo.

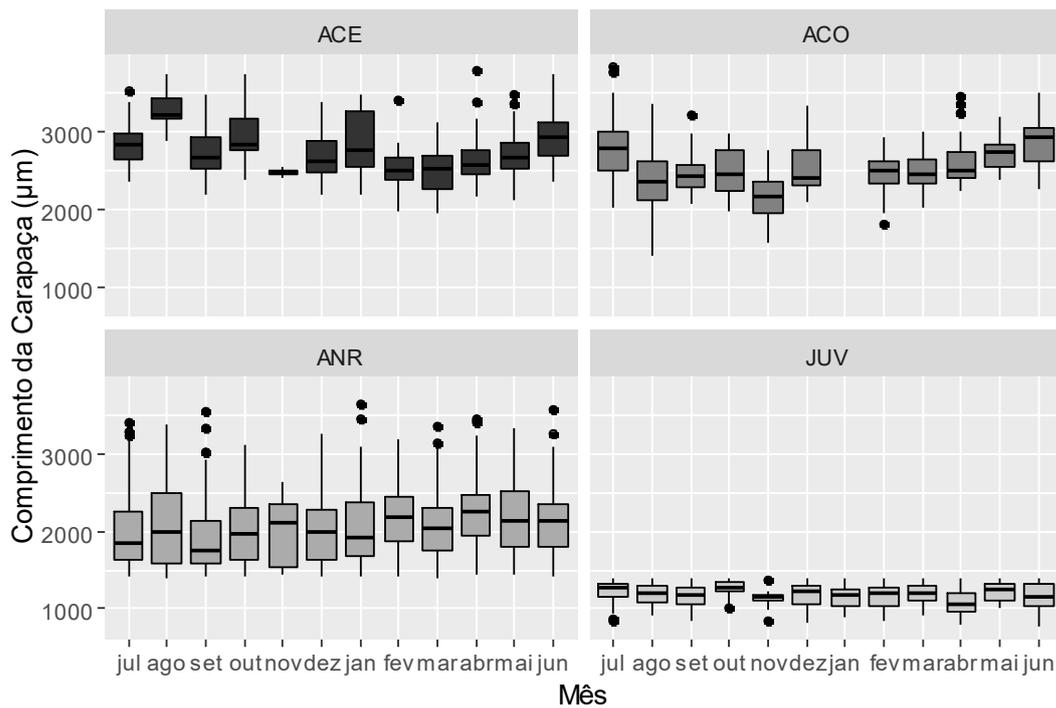


Figura 6- Variação do comprimento da carapaça (CC) de *C. hislopi* nos diferentes estágios ao longo do período de estudo, sendo Juvenil – JUV (cinza claro), Adulto não reproduzindo – ANR (cinza intermediário), Adulto com ovos-ACO (cinza escuro), Adulto com embriões – ACE (preto).

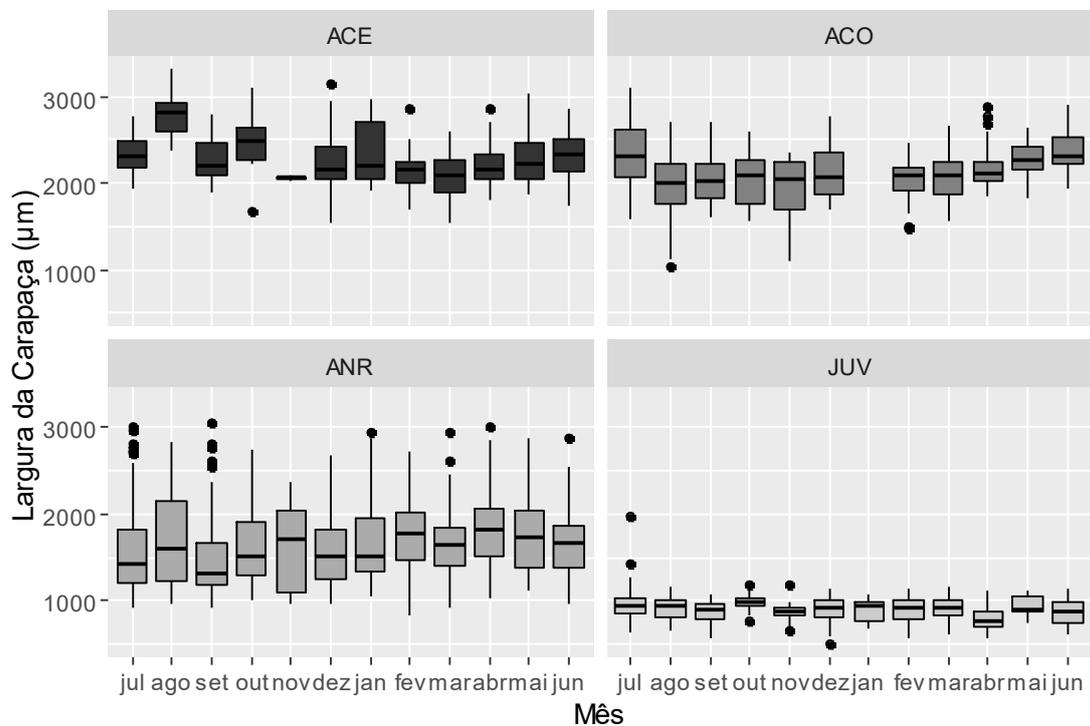


Figura 7 - Variação da largura da carapaça (LC) de *C. hislopi* nos diferentes estágios ao longo do período de estudo, sendo Juvenil - JUV (cinza claro), Adulto não reproduzindo – ANR (cinza intermediário), Adulto com ovos-ACO (cinza escuro), Adulto com embriões – ACE (preto).

5.2.2- Biomassa

O CC médio dos indivíduos pesados variou de 798,17 a 3311,10 μ m e o peso seco médio obtido para essas medidas foi de 2,07 e 289,01 μ g, respectivamente. O melhor ajuste para a relação PSxCC foi obtido pela equação de poder $y = 2E-10L^{3.4727}$, sendo o coeficiente de determinação da equação significativo ($p < 0,001$) e muito próximo do valor máximo ($R^2 = 0,9874$) (Figura 8).

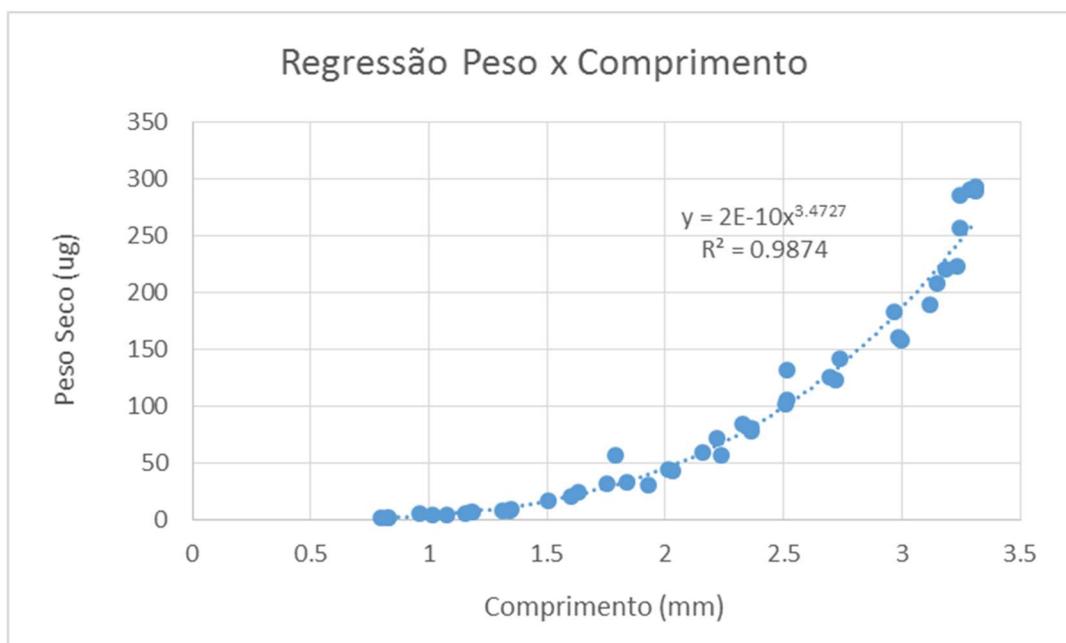


Figura 8 - Regressão do Peso seco X Comprimento corporal para *C. hislopi* capturados no RRL

5.2.3- Alometria

A regressão linear obtida pela logaritmização da equação para estimativa do PS confirmou um crescimento do tipo alométrico positivo para relação peso-comprimento ($b = 3,4488$), indicando um maior aumento do peso conforme o aumento do CC (Figura 9). Já para a relação CCxLC foi verificada uma relação do tipo alométrica negativa ($b = 0,8759$), indicando que a largura da carapaça cresce menos em relação ao comprimento da carapaça (Figura 10).

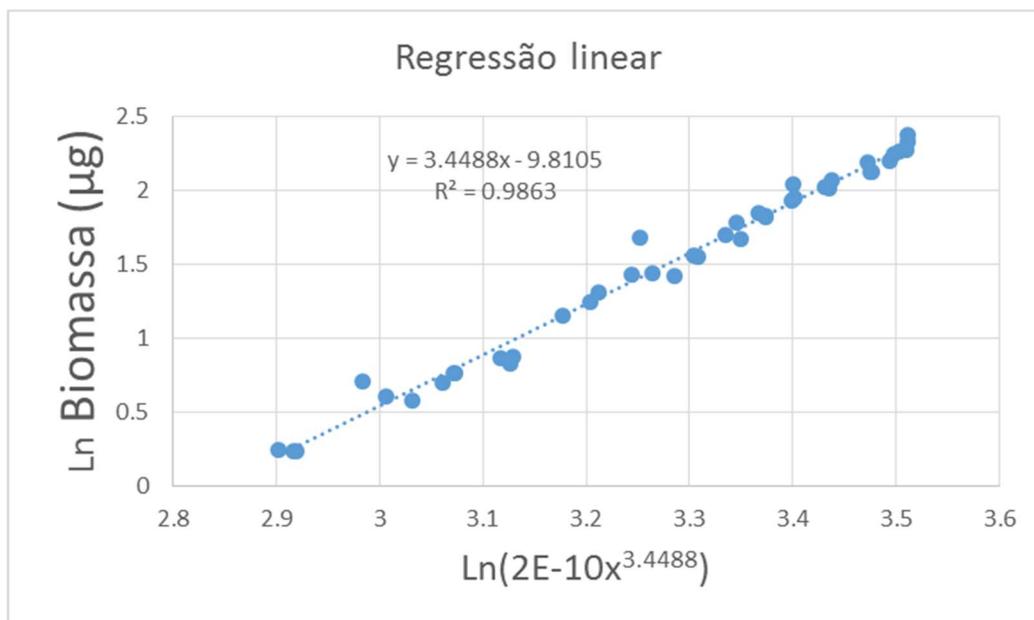


Figura 9 – Relação linear para peso seco x comprimento de *C. hislopi* capturados no RRL.

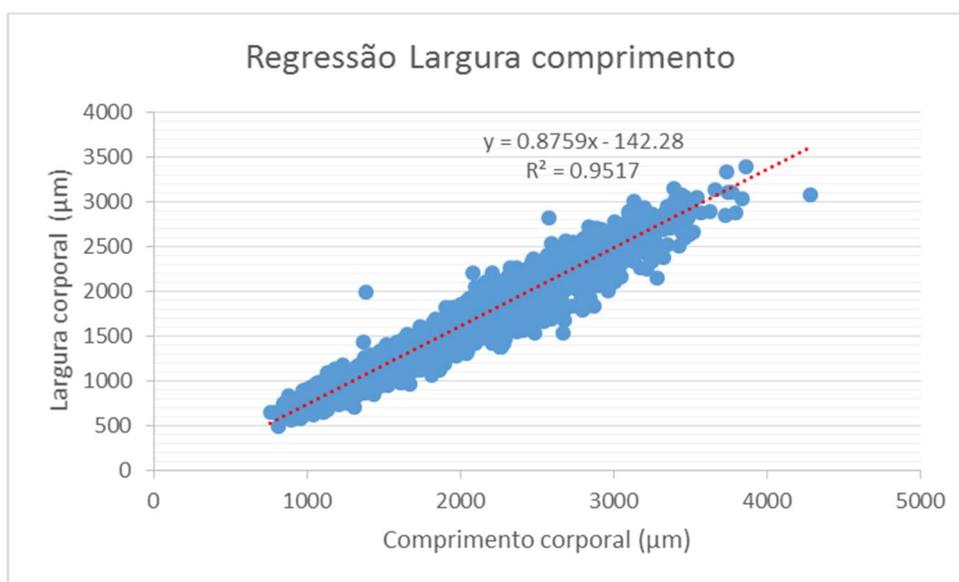


Figura 10 – Regressão linear da largura da carapaça X Comprimento da carapaça de *C. hislopi* capturados no RRL.

5.2.4- Densidade

As densidades em relação ao peso seco de *Salvinia* sp. (em gramas - gPSS) separadas por classe de tamanhos ao longo dos meses estão apresentadas na Figura 11. De maneira geral a população de *C. hislopi* apresentou baixas densidades até janeiro de 2012, sendo as densidades populacionais mais baixas verificadas no mês de novembro 2012 (1,56 ind.gPSS⁻¹). O mês de fevereiro de 2013 caracterizou-se por um aumento expressivo das densidades populacionais, atingindo um pico de 40,11 ind.gPSS⁻¹, sendo este o maior valor da densidade

encontrado neste estudo. A maior parte do período estudado apresentou baixa densidade de indivíduos das duas primeiras e das três últimas classes de tamanho. A distribuição das frequências de tamanho ao longo dos meses apresentou um deslocamento do maior número de indivíduos das classes de tamanho iniciais para as intermediárias a partir de janeiro de 2013, entretanto ressalta-se a tendência de uma distribuição bimodal durante todo o período de estudo.

Todos os estágios reprodutivos apresentaram densidades totais mais baixas em novembro de 2012, entretanto, destaca-se a ausência de fêmeas com ovos em janeiro de 2013. As densidades totais mais altas para quase todos os estágios foi encontrada em fevereiro de 2013, sendo a única exceção ACO que apresentou maiores densidades totais em abril do mesmo ano.

Já a proporção entre os estágios oscilou ao longo dos meses, mas manteve o padrão de maior participação de adultos durante todo o período de estudo, chegando a ser composta por 91,96% de indivíduos adultos em maio de 2013 (Figura 12). O mês de novembro de 2012 foi caracterizado pela maior participação de organismos mais jovens, quando os juvenis representaram 49% da população. Entre os organismos adultos foi evidenciado um padrão de maior proporção de indivíduos não reproduzindo durante todo o período de estudo, sendo a maior participação de fêmeas ovígeras verificada em março de 2013 (32,51%).

5.2.5- “Standing-crop”

De maneira geral o “standing-crop”, em microgramas de biomassa por peso seco de *Salvinia* sp. ($\mu\text{gB.gPSS}^{-1}$), acompanhou as variações da densidade populacional, sendo o valor máximo observado em fevereiro ($41860,15 \mu\text{gB.gPSS}^{-1}$) e o mínimo em novembro de 2012 ($1676 \mu\text{gB.g}^{-1}\text{PSS}$) (Figura 13). A única exceção a esse padrão foi o mês de outubro de 2012, que apesar de apresentar densidades mais baixas que setembro e dezembro do mesmo ano, atingiu um maior standing-crop devido a maior biomassa dos indivíduos neste mês.

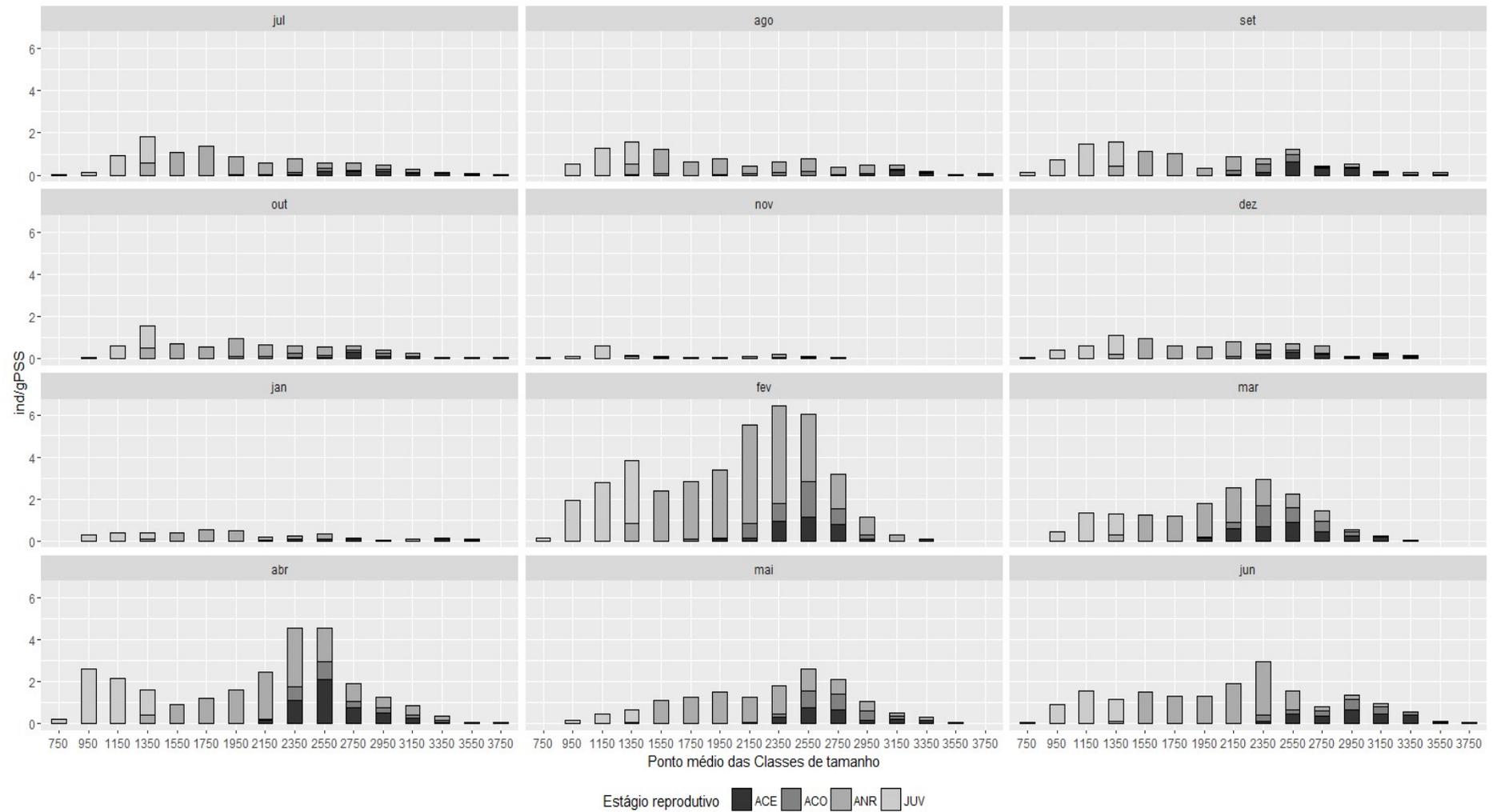


Figura 11– Densidade populacional de *C. hislopi* durante o período de estudo dividida nas classes de tamanho corporal e estágios reprodutivos, sendo Juvenil – JUV (cinza claro), Adulto não reproduzindo – ANR (cinza intermediário), Adulto com ovos-ACO (cinza escuro), Adulto com embriões – ACE (preto).

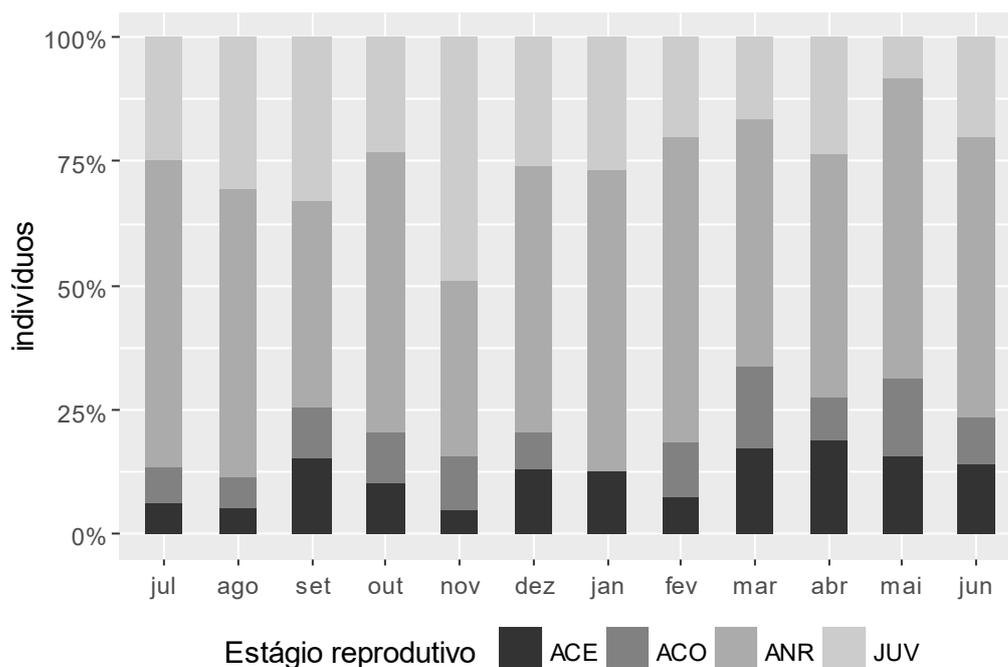


Figura 12 – Proporção entre os estágios reprodutivos de *C. hislopi* durante o período de estudo no Reservatório de Lajes, sendo Juvenil – JUV (cinza claro), Adulto não reproduzindo – ANR (cinza intermediário), Adulto com ovos-ACO (cinza escuro), Adulto com embriões – ACE (preto).

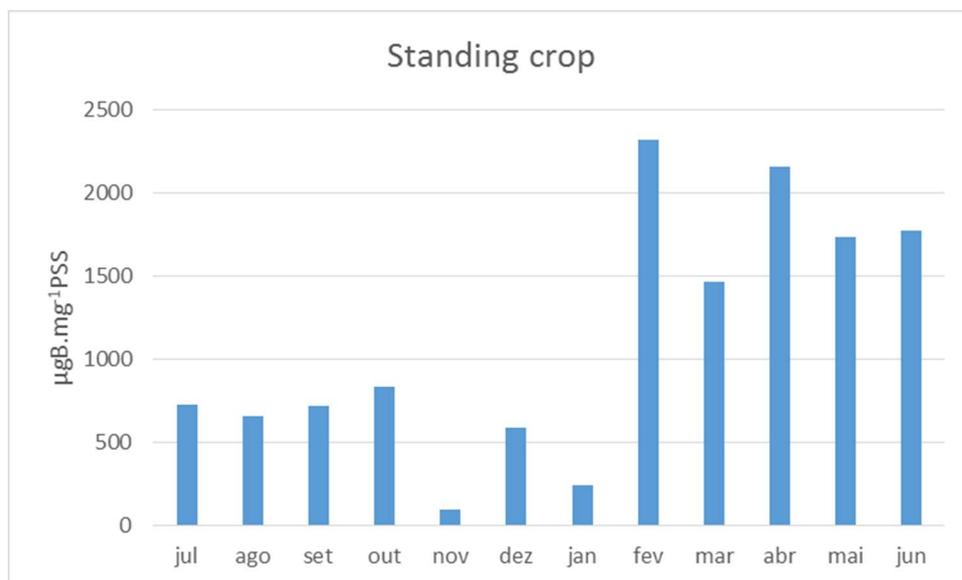


Figura 13 – Standing-crop mensal de *C. hislopi* durante o período de estudo no RRL.

5.3- Biologia reprodutiva

Entre as 2.452 fêmeas adultas coletadas durante o período de estudo, 708 estavam em estágio reprodutivo, representando 28,87% da população das fêmeas adultas amostradas. Observou-se que 44,35% (314) das fêmeas em reprodução apresentaram ovos nas câmaras incubadoras e 55,65% (394) apresentaram embriões, sendo que nenhuma fêmea apresentou ovos e embriões simultaneamente; também não foram encontradas fêmeas sexuais produzindo efípios.

A população foi caracterizada por uma atividade reprodutiva contínua, sendo possível encontrar fêmeas reproduzindo em todos os meses do ano. Destaca-se, entretanto, que no mês de janeiro de 2012 não foram capturadas fêmeas com ovos. O número de ovos por fêmea variou de 2 a 12 com média de $6,11 \pm 2,07$ ovos/fêmea, sendo abril o mês com maior taxa de ovos por fêmea. Já o número de embriões por fêmea variou de 1 a 10 com média de $4,00 \pm 1,72$ embriões/fêmea, sendo os maiores valores da taxa de embriões por fêmea verificados em janeiro de 2013 e os menores em agosto de 2012. A atividade reprodutiva de maneira geral foi mais evidente de março a junho de 2013, sendo os maiores valores de fertilidade encontrados no mês de maio de 2013 e os menores em agosto de 2012 (Figura 14).

Verificou-se uma correlação significativamente positiva entre o número de ovos por fêmea e o CC (GLM, $p < 0,001$) e não houve correlação significativa entre o número de ovos por fêmea e a temperatura ($p = 0,69$). O mesmo padrão de correlação significativamente positiva foi encontrado para a relação número de embriões e CC ($p < 0,001$), e também não foi verificada correlação entre o número de embriões por fêmea e a temperatura ($p = 0,08$).

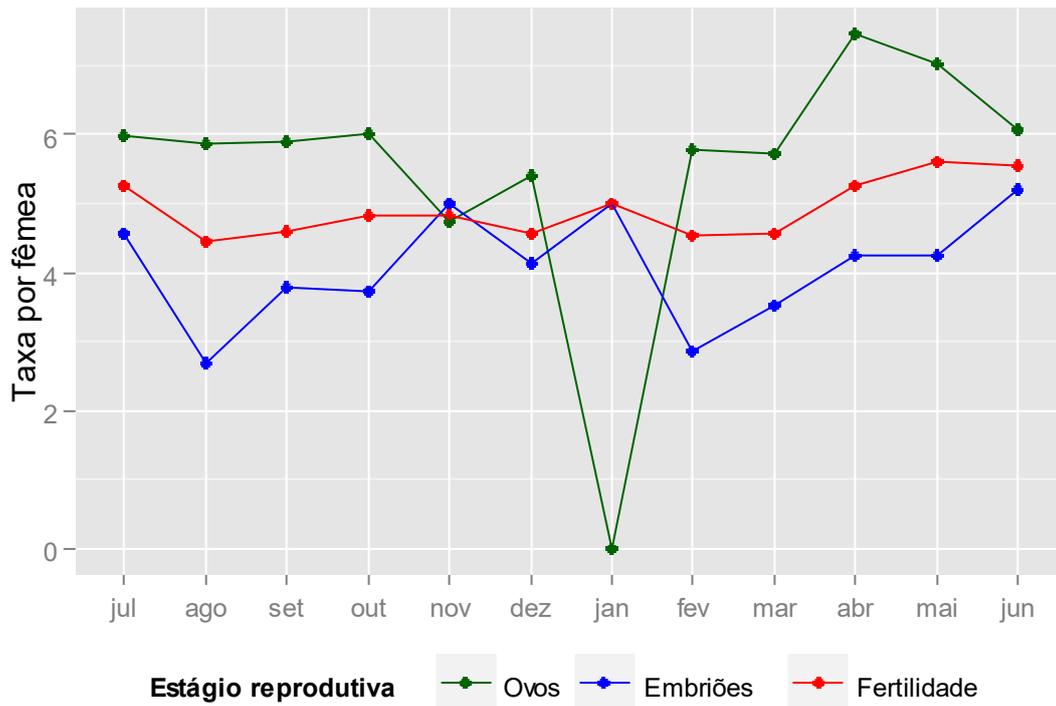


Figura 14 – Taxa de ovos, taxa de embriões e fertilidade de *C. hislopi* durante o período de estudo no Reservatório de Lajes.

5.4- Associação com as variáveis ambientais

De acordo com a as correlações de Spearman as densidades populacionais foram significativamente correlacionadas positivamente ($p < 0,05$) com conteúdo de oxigênio dissolvido (OD) e com o nível de água do reservatório e de forma negativa com o pH e conteúdo de potássio (Tabela 4). Já o “standing-crop” foi significativamente correlacionado ($p < 0,05$) de forma positiva com o nível de água do reservatório e com o conteúdo de oxigênio dissolvido; e a taxa de ovos por fêmea foi negativamente correlacionada com a turbidez da água ($p < 0,05$).

O primeiro eixo da RDA explicou 82% da variabilidade dos dados e o segundo eixo explicou mais 3% sendo este resultado significativo a um nível de 15% ($p = 0,15$) (Figura 15). As correlações entre os eixos de ordenação e as variáveis ambientais indicaram que o primeiro eixo esteve relacionado ao padrão sazonal no ponto de coleta. De um lado encontram-se os meses com maior pluviometria, janeiro e novembro, caracterizados por maiores valores de turbidez da água e maiores concentrações de sulfato e sódio, enquanto que do outro lado encontramos os meses com menor índice pluviométrico, fevereiro a junho, que

foram caracterizados por uma maior concentração de oxigênio dissolvido (OD) e fósforo total (Ptotal).

Tabela 4- Coeficientes de correlação de Spearman (R) entre as variáveis ambientais e parâmetros populacionais de *C. hislopi* no RRL.

Variável	Densidade	Comprimento corporal	Biomassa	"Standing-crop"	Taxa de ovos	Taxa de embriões
Clorofila- <i>a</i>	-0.06	-0.15	-0.13	-0.16	-0.27	-0.11
Fósforo total	0.34	0.21	0.21	0.27	0.21	-0.38
Sólidos totais dissolvidos	-0.25	0.09	-0.14	-0.19	0.11	-0.55
Turbidez	-0.49	-0.10	-0.38	-0.41	-0.63	-0.12
pH	-0.64	-0.69	-0.73	-0.46	-0.13	0.15
Transparência	0.27	0.07	0.29	0.15	0.45	-0.04
Temperatura	-0.26	-0.41	-0.28	-0.31	-0.22	-0.12
Oxigênio dissolvido	0.79	0.76	0.77	0.61	0.17	0.11
Condutividade elétrica	-0.47	-0.41	-0.39	-0.63	-0.14	0.14
Sódio	-0.40	-0.46	-0.41	-0.54	-0.30	-0.37
Amônio	-0.37	-0.43	-0.43	-0.28	-0.32	-0.34
Potássio	-0.64	-0.59	-0.65	-0.52	-0.56	-0.16
Magnésio	-0.03	0.07	0.07	0.34	0.32	-0.19
Calcio	-0.10	-0.29	-0.31	-0.16	-0.16	-0.04
Cloreto	0.54	0.92	0.62	0.42	0.21	0.25
Nitrito	-0.16	-0.39	-0.28	0.06	-0.53	-0.19
Nitrato	-0.09	-0.35	-0.21	0.17	-0.23	-0.51
Fosfato	0.11	0.18	0.09	0.04	0.12	0.19
Sulfato	-0.19	-0.49	-0.31	-0.24	-0.33	-0.36
Nível do reservatório	0.85	0.73	0.80	0.75	0.28	-0.15

* valores em vermelho indicam diferença significativa ($p < 0,05$)

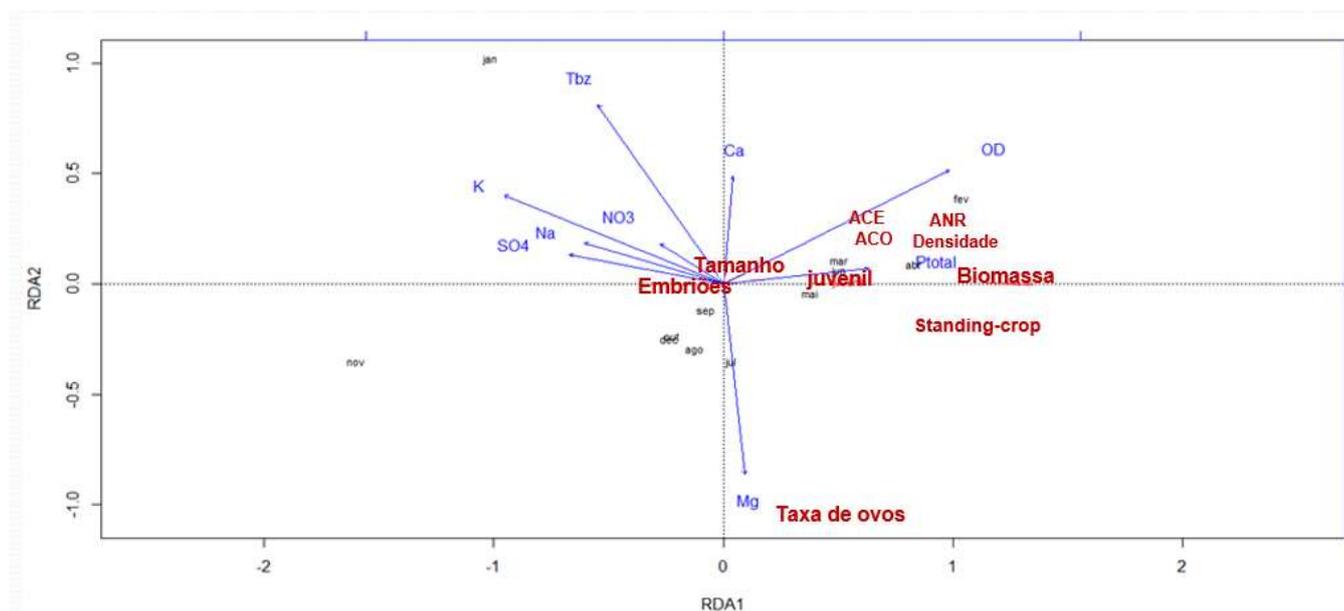


Figura 15 -Diagrama da RDA mostrando as variáveis ambientais e bióticas no RRL durante os meses de estudo.

As maiores densidades populacionais para todos os estágios e os maiores valores de “standing-crop” foram localizadas no lado positivo do primeiro eixo, onde foram verificados

os maiores valores de OD e Ptotal. Este padrão coincidiu com o período de águas altas do reservatório, no qual foi verificada uma maior cobertura de macrófitas no ponto de coleta.

6- Discussão

O presente estudo representa o primeiro registro de *C. hislopi* para o estado do Rio de Janeiro, embora outros registros de conchostrácodes para região possivelmente devam ser atribuídos a espécie. A distribuição de *C. hislopi* tem sido historicamente considerada circuntropical (OLESEN, 1996; MARTIN *et al.*, 2003). No Brasil, além do Reservatório de Ribeirão das Lajes essa espécie já foi registrada em São Paulo, Amazonas, Rio Grande do Norte, Pernambuco e Mato Grosso (YOUNG, 1998 apud YASHIMA *et al.*, 2011), sendo observadas pequenas variações da morfologia atribuídas a diferentes ecótipos da espécie (OLESEN, 1996; YASHIMA *et al.*, 2011).

A presença de *C. hislopi* nos corpos d'água está normalmente associada a região litorânea e a presença de plantas aquáticas (ROESSLER, 1995). Paul & Nayar (1977) indicaram que em sua área de estudo, na Índia, essa espécie teria preferência pela planta aquática submersa *Hydrilla verticellata*, não sendo observada quando essa era substituída por *Salvinia* sp.. No reservatório de Ribeirão das Lajes *C. hislopi* foi encontrada em altas densidades em bancos de *Salvinia auriculata*, sendo esta a única macrófita na área de estudo. Outros trabalhos indicam a preferência de *C. hislopi* por *Eicchornia* sp. (EGBORGE & OZORO 1989: APUD OLESEN, 1996; SILVA & HENRY, 2013) ou *Utricularia* sp. (MARTIN *et al.*, 2003).

Segundo Tuck *et al.* (1997), que estudaram a dinâmica populacional de crustáceos marinhos, o padrão de distribuição de frequência bimodal encontrado no estudo poderia ser um indicador de sazonalidade nos eventos reprodutivos e de recrutamento, podendo também ser reflexo de alterações ambientais e predação seletiva de peixes sobre os estágios intermediários. Já o padrão unimodal sugeriria uma população estável, com recrutamentos contínuos e taxa de mortalidade constante (RAGONESE & BIANCHINI, 1996).

Comparando-se as dimensões corporais obtidas no presente estudo com aquelas obtidas para a mesma espécie por outros autores, verifica-se que o comprimento da carapaça de *C. hislopi* aqui registrado manteve-se dentro da amplitude registrada para outras populações da espécie para adultos, entretanto foram encontrados juvenis com tamanhos

inferiores ao tamanho de nascimento informado por outros autores. Paul & Nayar (1997) em sua área de estudo na Índia, encontraram tamanhos médios de 1,11 a 2,19mm dependendo do corpo d'água amostrado, com comprimento de carapaça máximo de 4,3 mm, já o tamanho mínimo para embriões recém eclodidos foi de 0,9mm. Peloso & Rocha (2005) observaram um tamanho máximo de 2,97mm e largura máxima de 2,60mm. Yashima *et al.* (2008) cultivaram em laboratório indivíduos oriundos de Pirassunga, SP, até o tamanho máximo de 3,11mm de comprimento e 2,78mm de largura; já exemplares oriundos do Pantanal mato-grossense cultivados sob as mesmas condições chegaram a 2,92mm de comprimento máximo e 2,37mm de largura máxima. Martin *et al.* (2003) e Yashima *et al.* (2008) também verificam um crescimento mais rápido do comprimento corporal em relação a largura corporal, entretanto estes autores não apresentaram coeficientes alométricos para comparação.

Como esperado, as regressões peso-secoXcomprimento corporal significativas e coeficientes de correlação perto do valor máximo, confirmaram a relação entre o comprimento corporal e a biomassa dos organismos. O crescimento exponencial da biomassa já foi relatado na literatura para diversos outros organismos da ordem Diplostraca, principalmente cladóceros do gênero *Daphnia* (CASTILHO-NOLL & ARCIFA, 2007).

Apenas Yashima *et al.* (2008) e Lahr *et al.* (1999) chegaram a verificar a biomassa de *C. hislopi* oriundas de uma população de Pirassunga, SP, e do Senegal, respectivamente. O peso seco médio de um adulto para Yashima *et al.* (2008) foi de 90µg, já Lahr *et al.* (1999) estimaram o peso seco médio em 250µg, entretanto, nenhum dos autores indicam o tamanho médio dos indivíduos pesados.

Os trabalhos que reúnem informação sobre a densidade populacional de *C. hislopi* normalmente se restringem a corpos d'água temporários e apontam maiores densidades populacionais nos períodos próximos a dessecação total dos corpos d'água (PAUL & NAYAR, 1977; SASSAMAN, 1995; PHIRI, 2010; PHIRI *et al.*, 2011). Paul & Nayar (1977) e Phiri (2010) não verificaram uma periodicidade marcada para as oscilações das densidades de *C. hislopi* em suas áreas de estudo, entretanto, apontaram uma correlação negativa entre a concentração de oxigênio e as maiores densidades populacionais. No presente estudo uma relação inversa foi observada com maiores densidades nos períodos de maior disponibilidade de oxigênio. Silva & Henry (2013) indicaram que uma melhor oxigenação da água associada com valores de pH próximos a neutralidade seriam os principais fatores favoráveis à maiores densidades de macroinvertebrados em corpos d'água, incluindo conchostrácodes. Phiri (2010) aponta em seu estudo que a correlação negativa entre oxigênio dissolvido e as densidades

populacionais de *C. hislopi* no lago Kariba seria indireta, devido à redução na densidade de peixes predadores, que seriam mais sensíveis a oscilações na disponibilidade de O₂.

A distribuição de frequências de tamanho em uma população varia ao longo do ano, sendo esta influenciada por uma série de fatores como recrutamento, mortalidade, migração, mudanças ambientais, padrões comportamentais e obtenção de alimento (TSUCHIDA & WATANABE, 1997). Condições ideais como ausência de predadores, disponibilidade de alimento e refúgio seriam os principais fatores responsáveis por aumentar a longevidade e a fertilidade de uma população. A hipótese de predação sugere que em habitats complexos, como aqueles associados com camas de macrófitas densas, os impactos da predação por peixes na abundância, diversidade e tamanho do corpo de macroinvertebrados seriam reduzidos (TOLONEN *et al.*, 2003).

Hargeby (1990) afirma que o crescimento sazonal de macrófitas aquáticas é um fator importante que pode influenciar a abundância de invertebrados associados a essas. No presente estudo, as maiores densidades de *C. hislopi* foram verificadas no período de águas altas, marcado pelo represamento das macrófitas atrás da Ponte Bela com um aumento da área de cobertura de salvinias no local. A maior densidade de conchostrácodes no período de águas alta já foi reportada por Silva & Henry (2013) em lagoas marginais do Rio Paraná. Roessler (1995) afirma que *C. hislopi* são mais comumente encontrados em corpos de água com certa profundidade de água e vegetação densa. O mesmo autor indica que na ausência de vegetação, os indivíduos da espécie são capazes de cavar e esconder-se debaixo da lama nos bentos, onde secretam um tipo de muco para encapsular-se.

Poi de Neiff & Carignan (1997) também observaram elevadas densidades de *C. hislopi* nas cheias do rio Paraná, que atribuíram a retenção de organismos pelas raízes das plantas aquáticas flutuantes do gênero *Eicchornia*. Os mesmos autores indicam que quando bancos de macrófitas ocorrem no influxo dos lagos, eles tendem a reter os detritos grosseiros e invertebrados à deriva. De acordo com Poi de Neiff & Bruquetas (1989), o principal táxon invertebrado retido pelas raízes de *Eichhornia* seria *C. hislopi*.

Deve-se destacar que os invertebrados associados a macrófitas aquáticas são importantes fontes de alimentos naturais para os peixes e outros consumidores de nível superior (OHTAKA *et al.*, 2011). Vinebrooke *et al.* (2001) constataram que altas densidades de peixes onívoros teriam grande impacto nas comunidades de macroinvertebrados fitófilos, mesmo em habitats de grande complexidade como bancos de macrófitas. A densidade de peixes, embora não tendo sido avaliada neste estudo, pode ser apontada também como fator

controlador de representantes maiores nas comunidades zooplanctônicas e fitófilas, especialmente devido ao hábito onívoro de muitos peixes da bacia de drenagem do rio Guandu (GOMES *et al.*, 2008; ARAÚJO & ROCHA, 2012). Em um estudo conduzido por Dias *et al.* (2005) conchostrácodos foram considerados um item frequente na dieta de peixes de diversas espécies do reservatório de Ribeirão das Lajes.

Para um organismo submetido a pressão de predação, estratégias reprodutivas de sucesso podem ser vitais para sua manutenção no ambiente em questão. O modo reprodutivo partenogênico e o crescimento corporal e maturação sexual rápidos permitem que *C. hislopi* aumente sua população rapidamente quando as condições ambientais se tornem favoráveis (ROESSLER, 1995). A reprodução de *C. hislopi*, assim como a de cladóceros, ocorre principalmente por partenogênese de fêmeas. O ciclo partenogênico pode ser repetido várias vezes pelas fêmeas em gerações sucessivas, de modo que as gerações partenogênicas constituem a mais numerosa parte da população durante todo o ano e durante as sucessivas fases dos ciclos hídricos, mas, por vezes, os machos e fêmeas sexuais podem aparecer nas populações (ROSSLER, 1995; OLESEN, 1996). Os estímulos para a mudança para a reprodução sexuada ainda não foram bem compreendidos (ROSSLER, 1995; OLESEN *et al.*, 1996), entretanto para cladóceros esses estímulos já foram associados a fome, a qualidade química do alimento, ao acúmulo de metabólitos de excreção, fotoperíodo e temperatura (D'ABRAMO, 1980).

A ausência de machos em populações de *C. hislopi*, como o verificado no presente estudo, já foi reportada em outros trabalhos que avaliaram sua ecologia populacional (PAUL & NAYAR, 1977; MARTIN *et al.*, 2003). A observação de machos de *C. hislopi* é rara e tem sido verificada principalmente em ambientes temporários, sujeitos a dessecação, ou a regiões temperadas com períodos de congelamento (SASSAMAN, 1995), sendo reportados machos apenas na Austrália, Colômbia, Estados Unidos e México (OLESEN *et al.*, 1996). Olesen (1996) e Sassaman (1995) consideram a ausência de machos em determinadas populações como uma característica da história evolutiva do grupo e que diferentes populações poderiam estar em diferentes estágios evolutivos, no qual o aparecimento de machos poderia não ocorrer. Rossler (1995) indica que, mesmo quando presentes, os machos são menos abundantes que fêmeas atingindo uma proporção máxima de 20% da população, e sendo observados no ambiente por um curto período.

Uma estratégia reprodutiva para a manutenção de espécies de crustáceos submetidos a intensa predação ou a alterações drásticas ambientais é a produção de efípios. No presente

estudo não foram observados efípios em *C. hislopi*. Entretanto, deve ser salientado que a produção de efípios foi confirmada apenas por Roessler (1995) para espécimes da Colômbia, e foi sugerida por Timms (1986) para espécimes da Austrália, com base em exemplares coletados no sedimento. Acredita-se que a produção de ovos de resistência seja comum nas populações de ambientes temporários (ROESSLER, 1995).

Outro aspecto importante observado, foi que o tamanho para primeira maturação divergiu entre o encontrado pelo presente estudo e outros estudos realizados em laboratório e em campo, sendo o tamanho de maturação do presente estudo consideravelmente menor. Yashima *et al.* (2008) encontraram indivíduos reproduzindo em laboratório a partir do tamanho médio de 2,4 a 2,7mm dependendo da origem da população, sendo a primeira medida de indivíduos oriundos do Pantanal Mato-Grossense e a segunda de indivíduos oriundos de São Paulo. Já Wei *et al.* (2014) encontraram indivíduos reproduzindo em cultivo a partir do tamanho de 2,6mm. Paul & Nayar (1977) indicaram que os indivíduos estudados em uma população de um corpo d'água temporário na Índia se tornavam maduros com comprimento corporal de 3mm. Já Martin *et al.* (2003) encontraram indivíduos da Malásia encubando ovos ou embriões a partir de 2,3mm e indivíduos do Camboja e da Ilha de Java a partir de 2,4mm.

A fertilidade média registrada pelo presente estudo manteve-se dentro da amplitude registrada para outras populações da mesma espécie. Paul & Nayar (1977) verificaram a fertilidade oscilando entre 3 e 7 ovos por fêmea e Yashima *et al.* (2011) encontraram valores de fertilidade variando entre 2,5 e 5 neonatos por fêmea. Já Peloso & Rocha (2005) verificaram em seu cultivo um máximo de 14 ovos com média de $9 \pm 3,6$ ovos por fêmea, sendo observados efeitos negativos da superpopulação na densidade de organismos, mas não foi verificada relação entre os parâmetros populacionais e temperatura.

Oh *et al.* (1999) estudaram crustáceos decápodes e afirmaram que a fertilidade das fêmeas de uma mesma espécie pode variar em função de fatores ambientais, oferta de alimento, idade e tamanho dos indivíduos, além das condições fisiológicas, adaptações ecológicas ao habitat, estação do ano e distribuição latitudinal. Phiri (2010) verificou uma correlação negativa entre o número de ovos por fêmea e a turbidez da água, fato também verificado no presente estudo. Wei *et al.* (2014) indicaram que a incidência luminosa seria um dos principais fatores regulando o ciclo reprodutivo de *C. hislopi*, com maiores taxas de ovos, maior número de ninhadas e menor intervalo entre as ninhadas sob influência de menor intensidade luminosa. No presente estudo os maiores valores de fertilidade e proporção de

fêmeas ovígeras foi verificado no período de águas altas, quando a cobertura de macrófitas foi maior, o que diminuiria a intensidade luminosa sobre os organismos. O não aparecimento de indivíduos encubando ovos e embriões simultaneamente e o aparente tamanho uniforme dos embriões na câmara embrionária sustenta o mesmo padrão encontrado por Paul & Nyar (1977) no qual ovos são produzidos em grupos e não em sucessão.

O cálcio vem sendo apontado como um elemento chave na composição da carapaça de crustáceos aquáticos (HESSEM *et al.*, 2000; WAERVAGEN *et al.*, 2002; JEZIOESKI & YAN, 2006; TAN & WANG, 2010), e crustáceos com maiores tamanhos corporais teriam uma maior demanda por cálcio do ambiente (HESSEM *et al.*, 2000; JEZIOESKI & YAN, 2006; TAN & WANG, 2010). Hessen *et al.* (2000) indicaram que a baixa disponibilidade de cálcio no ambiente pode influenciar negativamente a produção de ovos e as taxas de sobrevivência quando a disponibilidade de alimento também é limitante. No presente estudo era esperada uma correlação positiva entre a concentração de íons cálcio na água e as densidades populacionais e tamanho da carapaça de *C. hislopi*, entretanto essa correlação não foi significativa.

O efeito de íons potássio sobre populações aquáticas dulcícolas ainda não foi totalmente compreendido, sendo seus efeitos mais explorados em ambientes salinos ou salobros. Freitas & Rocha (2012) ressaltaram o efeito tóxico que este íon pode ter sobre comunidades planctônicas não adaptadas a salinidade em concentrações superiores a 3,6mg.L⁻¹. Kalinkina & Kulikova (2009) observaram efeitos da poluição por potássio (oriundo de atividades de mineração) sobre o zooplâncton em lagos Carélia, e indicaram que espécies com histórico de vida ligados a ambientes temporários teriam maior resistência aos efeitos da poluição por potássio que espécies que evoluíram em corpos d'águas permanentes. Talling (2010) indicou que o potássio seria um íon influenciado pela sazonalidade em águas continentais, podendo ser carregado por nuvens de chuva em regiões próximas ao oceano e lavado do solo em regiões impactadas por atividades agrícolas, uma vez que está presente em diversos fertilizantes.

7- Conclusão

Atualmente poucos são os trabalhos que focam na ecologia de conchostrácodes, em especial *C. hislopi*; apesar de sua ampla distribuição. Em se tratando de uma espécie circuntropical, espera-se que novos registros desta espécie sejam feitos para o Rio de Janeiro e para o resto do Brasil conforme as comunidades de macroinvertebrados associados a macrófitas sejam inventariadas.

Os resultados do presente estudo corroboram com o atestado por Yashima, 2011 que os indivíduos em populações de diferentes regiões ou em diferentes condições de cultivo mostram grandes variações de tamanho e outros parâmetros do ciclo de vida.

Foi verificada a importância do substrato vegetal para manutenção da população no reservatório de Lajes. Também foi observado que a densidade populacional foi mais influenciada por variáveis físicas do que pela química da água, sendo o controle artificial do nível do reservatório o principal regulador da dinâmica populacional.

É preciso enfatizar a necessidade de mais trabalhos voltados a ecologia de *C. hislopi*, especialmente em corpos d'água perenes, aumentando assim o conhecimento sobre a dinâmica populacional e função ecossistêmica da espécie em diferentes tipos de ambientes perenes e temporários.

8- Referências bibliográficas

- AHYONG, S. T., J. K. LOWRY, M. ALONSO, R. N. BAMBER, G. A. BOXSHALL, P. CASTRO, S. GERKEN, G. S. KARAMAN, J. W. GOY, D. S. JONES, K. MELAND, D. C. ROGERS, J. SVAVARSSON. 2011. Subphylum Crustacea Brünnich, 1772, pp. 1-237. In, Z.-Q. Zhang (ed.), *Animal biodiversity: an outline of higher-level classification and survey of taxonomic richness*. *Zootaxa* 3148.
- APHA (AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION), 2005. American Water Works Association, and Water Pollution Control Federation. In *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 16 ed. APHA. Washington, D.C., 1268p.
- ARAÚJO, F. G. & ROCHA, R. 2012. Composição e riqueza da ictiofauna e relações com variáveis ambientais em sete reservatórios da Light. In: *Bacia hidrográfica dos Rios Guandu, da Guarda e Guandu-Mirim: experiências para a gestão dos recursos hídricos*. Instituto Estadual do Ambiente.
- ARAÚJO, M. A. R. & PINTO-COELHO, R. M. 1998. Produção e consumo de carbono orgânico na comunidade planctônica da represa da Pampulha, Minas Gerais, Brasil. *Revista Brasileira de Biologia*, 58: 405-416.
- AZZA N, DENNY P, VAN DE KOPPEL J, KANSIIME F. 2006 Floating mats: their occurrence and influence on shoreline distribution of emergent vegetation. *Freshwater Biology* 51:1286 – 1297
- BEGON, M. & MORTIMER, M. 1986. *Population ecology: a unified study of animals and plants*. Blackwell Scientific Publications, Oxford, 219p.
- BLETTLER, M.C.M. & BONECKER, C.C., 2006. Avaliação da Biomassa de Microcrustáceos em Ambientes Aquáticos Continentais. *Interciencia*, vol. 31, p. 591-597.
- BRABAND, A., RICHTER, S., HIESEL, R., & SCHOLTZ, G. 2002. Phylogenetic relationships within the Phyllopora (Crustacea, Branchiopoda) based on mitochondrial and nuclear markers. *Molecular phylogenetics and evolution*, 25(2), 229-244.
- BRANCO, C. W., KOZLOWSKY-SUZUKI, B., SOUSA-FILHO, I. F., GUARINO, A. W., & ROCHA, R. J. 2009. Impact of climate on the vertical water column structure of Lajes reservoir (Brazil): a tropical reservoir case. *Lakes & Reservoirs: Research & Management*, 14(3), 175-191.

- BRENDONCK, L., ROGERS, D. C., OLESEN, J., WEEKS, S., & HOEH, W. R. 2008. Global diversity of large branchiopods (Crustacea: Branchiopoda) in freshwater. In *Freshwater Animal Diversity Assessment* (pp. 167-176). Springer Netherlands.
- COOK, C.D.K. GUT, B.J. RIX, E.M. SCHNELLER, J. 1974. Springer Science & Business Media, 30 de jun de 1974 - 561 páginas
- CASTILHO-NOLL, M. S. M., & ARCIFA, M. S. 2007. Length-weight relationships for zooplanktonic species of a tropical Brazilian lake: Lake Monte Alegre. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 19(1), 93-100.
- COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS RIOS. GUANDU, DA GUARDA E GUANDU-MIRIM. 2014. Resolução 107/14. Disponível em: <http://comiteguandu.org.br/conteudo/resolucao-107-29-4-2014.pdf>
- COSTA, T. M. & NEGREIROS-FRANZOZO, M. L. 2003. Population biology of *Uca thayeri* Rathbun, 1900 (Brachyura, Ocypodidae) in a subtropical South America mangrove area: results from transect and catch-per-unit-effort techniques. *Crustaceana*, 75:(10): 1201-1218.
- D'ABRAMO, L. R. 1980. Ingestion rate decrease as the stimulus for sexuality in populations of *Moina macrocopa*. *Limnol. Oceanogr*, 25(3), 422-429.
- DIAS, A. C. M. I. ; BRANCO, C. W. C. ; LOPES, V. G. 2005. Estudo da dieta natural de espécies de peixes no Reservatório de Ribeirão das Lajes, RJ. *Acta Scientiarum* (UEM), v. 27, n.4, p. 355-364.
- DOWNING-KUNZ, M., & STACEY, M. 2011. Flow-induced forces on free-floating macrophytes. *Hydrobiologia*, 671(1), 121-135.
- DUMONT, H. J., VAN DE VELDE, I., & DUMONT, S. 1975. The dry weight estimate of biomass in a selection of Cladocera, Copepoda and Rotifera from the plankton, periphyton and benthos of continental waters. *Oecologia*, 19(1), 75-97.
- ESTEVES, F. A. (1998). *Fundamentos de limnologia*. Interciência.
- FREITAS, E. C., & ROCHA, O. 2012. Effects of sodium and potassium on life history parameters of freshwater cladoceran *Pseudosida ramosa*. *Ecotoxicology and Environmental Contamination*, 7(2).

- GOMES, J. H. C., DIAS, A. C. M. I., & BRANCO, C. W. C. 2008. Fish assemblage composition in three reservoirs in the state of Rio de Janeiro. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 20(4), 117-130.
- GUARINO, A. S. ; BRANCO, C. W. C. ; DINIZ, G. P. ; ROCHA, R. 2005 Limnological Studies in an Old Tropical Reservoir (Lajes Reservoir, RJ, Brazil). *Acta Limnologica Brasiliensia*, v. 17, n.2, p. 129-141.
- HARGEBY, A. 1990. Macrophyte associated invertebrates and the effect of habitat permanence. *Oikos*, 338-346.
- HECKMAN, C. W. 1998. The Seasonal Succession of Biotic Communities in Wetlands of the Tropical Wet-and-Dry Climatic Zone: V. Aquatic Invertebrate Communities in the Pantanal of Mato Grosso, Brazil. *International Review of Hydrobiology*, 83(1), 31-63.
- HESSEN, D. O., ALSTAD, N. E., & SKARDAL, L. 2000. Calcium limitation in *Daphnia magna*. *Journal of Plankton Research*, 22(3), 553-568.
- HUTCHINSON, G. E. 1981. Introduction a la ecologia de poblaciones. Barcelona, Nlume Editorial, 492p.
- JEZIORSKI, A., & YAN, N. D. 2006. Species identity and aqueous calcium concentrations as determinants of calcium concentrations of freshwater crustacean zooplankton. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 63(5), 1007-1013.
- KALINKINA, N. M., & KULIKOVA, T. P. 2009. Evolutionary conditioning of response to changes in ionic composition of water in hydrobionts: An example of freshwater zooplankton. *Biology Bulletin*, 36(2), 199-204.
- KING, M. 1995. Fisheries biology, assessment and management. Oxford, Fishing News Books, Blackwell Scientific Publications, Ltd. 341 p.
- KÖPPEN, W. 1936. Das geographische System der Klimate, Handbuch der Klimatologie [The Geographical System of the Climate, Handbook of Climatology]. Borntraeger, Berlin, Bd, 1.
- LAHR, J., NDOUR, K. B., BADJI, A., & DIOUF, P. S. 1999. Phenology of invertebrates living in a sahelian temporary pond. *Hydrobiologia*, 405, 189-205.

- MARTIN, J. W., BOYCE, S. L., & GRYGIER, M. J. 2003. New records of *Cyclestheria hislopi* (Baird, 1859) (Crustacea: Branchiopoda: Diplostraca: Cyclestherida) in Southeast Asia. *Raffles Bulletin of Zoology*, 51(2), 215-218.
- MONTALVO, A. M., WILLIAMS, S. L., RICE, K. J., BUCHMANN, S. L., CORY, C., HANDEL, S. N., ... & ROBICHAUX, R. H. 1997. Restoration biology: a population biology perspective. *Restoration Ecology*, 5(4), 277-290.
- ODUM, E. P. 1988. *Ecologia*. Editora Guanabara S. A., Rio de Janeiro, Brasil, 434 p.
- OH, C. W.; HARTNOLL, R. G.; NASH, R. D. M. 1999. Population dynamic of the common shrimp, *Crangon crangon* (L.), in Port Erin Bay, Isle of Man, Irish Sea. *Journal of Marine Science*. 56: 718-733 p.
- OHTAKA, A., NARITA, T., KAMIYA, T., KATAKURA, H., ARAKI, Y., IM, S., & TSUKAWAKI, S. 2011. Composition of aquatic invertebrates associated with macrophytes in Lake Tonle Sap, Cambodia. *Limnology*, 12(2), 137-144.
- OLESEN, J. 1998. A phylogenetic analysis of the Conchostraca and Cladocera (Crustacea, Branchiopoda, Diplostraca). *Zoological Journal of the Linnean Society*, 122(4), 491-536.
- OLESEN, J., MARTIN, J. W., & ROESSLER, E. W. 1996. External morphology of the male of *Cyclestheria hislopi* (Baird, 1859) (Crustacea, Branchiopoda, Spinicaudata), with a comparison of male claspers among the Conchostraca and Cladocera and its bearing on phylogeny of the 'bivalved' Branchiopoda. *Zoologica Scripta*, 25(4), 291-316.
- PAUL, M. A., & NAYAR, C. K. G. 1977. Studies on a natural population of *Cyclestheria hislopi* (Baird)(Conchostraca: Crustacea). *Hydrobiologia*, 53(2), 173-179.
- PELOSO, B. D. A.; ROCHA, O. 2005. CICLO DE VIDA E CRESCIMENTO POPULACIONAL DE *CYCLESTHERIA HISLOPI* (BAIRD, 1859). 2005. In: VII *Congresso de Ecologia do Brasil*, Caxambú.
- PHIRI, C. 2010. Ecological aspects of the macroinvertebrates associated with two submersed macrophytes in Lake Kariba (Doctoral dissertation, University of Cape Town).
- PHIRI, C., CHAKONA, A., & DAY, J. A. 2011. The effect of plant density on epiphytic macroinvertebrates associated with a submerged macrophyte, *Lagarosiphon ilicifolius* Obermeyer, in Lake Kariba, Zimbabwe. *African Journal of Aquatic Science*, 36(3), 289-297.

- PIVARI, M. O., POTT, V. J., & POTT, A. 2008. Aquatic macrophytes of floating mats ("baceiros") in the Abobral and Miranda Pantanal wetlands, Mato Grosso do Sul state, Brazil. *Acta Botanica Brasilica*, 22(2), 563-571.
- POI DE NEIFF, A. P., & CARIGNAN, R. 1997. Macroinvertebrates on *Eichhornia crassipes* roots in two lakes of the Paraná River floodplain. *Hydrobiologia*, 345(2-3), 185-196.
- POI DE NEIFF, A., & BRUQUETAS DE ZOZAYA, I. Y. 1989. Efecto de las crecidas sobre las poblaciones de invertebrados que habitan macrófitas emergentes en islas del río Paraná. *Revue d'hydrobiologie tropicale*, 22(1), 13-20.
- RAGONESE, S.; BIANCHINI, M. L. 1996. Growth, mortality and yield-per-recruit of the deep-water shrimp *Aristeus antennatus* (Crustacea-Aristeidae) of the Strait of Sicily (Mediterranean Sea). *Fisheries Research*, 26 (1):125-137 p.
- RICKLEFS, R. E. 2001. A economia da natureza. Rio de Janeiro. Guanabara Koogan. 503p.
- ROESSLER, E. W. 1995. Review of Colombian Conchostraca (Crustacea)—ecological aspects and life cycles—family Cyclestheriidae. *Hydrobiologia*, 298(1-3), 113-124.
- ROGERS, D. C. 2009. Branchiopoda (Anostraca, Notostraca, Laevicaudata, Spinicaudata, Cyclestherida). Pp. 242-249. En: LIKENS, G.F. (ed.) *Encyclopedia of Inland Waters*, vol. 2. Elsevier, Oxford.
- RUPPERT, E. E., R. S. FOX & R. D. BARNES. 2005. Zoologia dos Invertebrados. Sétima edição. Editora Roca, São Paulo. 1145 p.
- SASSAMAN, C. 1995. Sex determination and evolution of unisexuality in the Conchostraca. *Hydrobiologia*, 298(1-3), 45-65.
- SILVA, CV., & HENRY, R.. 2013. Aquatic macroinvertebrates associated with *Eichhornia azurea* (Swartz) Kunth and relationships with abiotic factors in marginal lentic ecosystems (São Paulo, Brazil). *Brazilian Journal of Biology*, 73(1), 149-162.
- SOARES, M. C. S., MARINHO, M. M., HUSZAR, V. L., BRANCO, C. W., & AZEVEDO, S. M. 2008. The effects of water retention time and watershed features on the limnology of two tropical reservoirs in Brazil. *Lakes & Reservoirs: Research & Management*, 13(4), 257-269.
- SPEARS, T., & ABELE, L. G. 2000. Branchiopod monophyly and interordinal phylogeny inferred from 18S ribosomal DNA. *Journal of Crustacean Biology*, 20(1), 1-24.

- TALLING, J. F. (2010). Potassium-a non-limiting nutrient in fresh waters?. *Freshwater Reviews*, 3(2), 97-104.
- TAN, Q. G., & WANG, W. X. 2010. Interspecies differences in calcium content and requirement in four freshwater cladocerans explained by biokinetic parameters. *Limnology and oceanography*, 55(3), 1426-1434.
- TIMMS, B. V. 1986. *Cyclestheria hislopi* (Conchostraca) in Australia. *Crustaceana*, 302-305.
- TOLONEN, K. T., HÄMÄLÄINEN, H., HOLOPAINEN, I. J., MIKKONEN, K., & KARJALAINEN, J. 2003. Body size and substrate association of littoral insects in relation to vegetation structure. *Hydrobiologia*, 499(1-3), 179-190.
- TSUCHIDA, S.; WATANABE, S. 1997. Growth and reproduction of the grapsid crab *Plagusia dentipes* (Decapoda: Brachyura). *Journal of Crustacean Biology*, 17(1): 90-97 p.
- TUCK, I. D., CHAPMAN, C. J., & ATKINSON, R. J. A. 1997. Population biology of the Norway lobster, *Nephrops norvegicus* (L.) in the Firth of Clyde, Scotland—I: Growth and density. *ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil*, 54(1), 125-135.
- VINEBROOKE, R. D., TURNER, M. A., KIDD, K. A., HANN, B. J., & SCHINDLER, D. W. 2001. Truncated foodweb effects of omnivorous minnows in a recovering acidified lake. *Journal of the North American Benthological Society*, 20(4), 629-642.
- WAERVÅGEN, S. B., A RUKKE, N., & HESSEN, D. O. 2002. Calcium content of crustacean zooplankton and its potential role in species distribution. *Freshwater Biology*, 47(10), 1866-1878.
- WEI, I. X., MEDIPALLY, S. R., & YUSOFF, F. M. 2014. Effects of Different Feed Types and Light Intensity Levels on the Growth and Reproduction of Clam Shrimp, *Cyclestheria hislopi* (Baird, 1859). *Advanced Studies in Biology*, 6(2), 75-86.
- YASHIMA, M. N., BALDOCHI, A., & ROCHA, O. 2011. Ciclo de vida de *Cyclestheria hislopi* (Baird, 1859) (Crustacea, Branchiopoda). *Brazilian Journal of Biology*, 71(2), 481-486.
- YASHIMA, M. N.; ROCHA, O. & A. B. SOUZA. 2008. Estudo do ciclo de vida de *Cyclestheria* cf. *hislopi* (Crustacea Branchiopoda) e avaliação do seu potencial como alimento na piscicultura. II Simpósio de Ecologia do PPG-ERN