

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

PATRICIA DAMMSKI BORGES

ASPECTOS DO CICLO DE VIDA DA ESPÉCIE INVASORA *Cordylophora caspia* (CNIDARIA) NO RESERVATÓRIO DA USINA HIDRELÉTRICA GOVERNADOR JOSÉ RICHÁ, RIO IGUAÇU, PARANÁ.

CURITIBA

2008

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

PATRICIA DAMMSKI BORGES

**ASPECTOS DO CICLO DE VIDA DA ESPÉCIE INVASORA *Cordylophora*
Caspia (CNIDARIA) NO RESERVATÓRIO DA USINA HIDRELÉTRICA
GOVERNADOR JOSÉ RICHÁ, RIO IGUAÇU, PARANÁ.**

Monografia apresentada à disciplina de Estágio em Zoologia (BZ027), como requisito parcial à conclusão do Curso de Ciências Biológicas, Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná.

Orientadora: Prof^a. Dra. Maria Angélica Haddad
Co-Orientador: Dr. Carlos Eduardo Belz.

CURITIBA

2008

SUMÁRIO

ÍNDICE DE FIGURAS -----	V
ÍNDICE DE TABELAS -----	V
AGRADECIMENTOS -----	VI
RESUMO -----	VII
ABSTRACT -----	VII
1 INTRODUÇÃO -----	8
1.1 INVASÕES BIOLÓGICAS-----	9
1.2 <i>CORDYLOPHORA CASPIA</i> -----	11
1.3 CLASSIFICAÇÃO-----	13
1.4 INTRODUÇÃO E DISPERSÃO DA ESPÉCIE-----	14
1.5 IMPACTOS DE SUA INTRODUÇÃO-----	15
2 MATERIAL E MÉTODOS -----	17
2.1 ÁREA DE ESTUDO-----	17
2.2 EXPERIMENTO-----	19
2.3 COLETA E ANÁLISE-----	20
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO -----	24
3.1 RECRUTAMENTO-----	24
3.2 CRESCIMENTO-----	25
3.3 REPRODUÇÃO-----	31
3.4 REGRESSÃO-----	32
4 CONCLUSÃO -----	37
5 REFERÊNCIAS -----	38

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 – MORFOLOGIA DA <i>CORDYLOPHORA CASPIA</i> INDICANDO SUAS PRINCIPAIS ESTRUTURAS.	11
FIGURA 2 – IMAGEM DE UM PÓLIPO DE <i>C. CASPIA</i> SOB LUPA, EM AUMENTO DE 40X.	13
FIGURA 3 - DISTRIBUIÇÃO MUNDIAL DA ESPÉCIE.	14
FIGURA 4 – TROCADORES DE CALOR DA USINA GOVERNADOR JOSÉ RICHÁ TOMADOS POR COLÔNIAS DE <i>C. CASPIA</i>	16
FIGURA 5 – LOCALIZAÇÃO DA USINA GOVERNADOR JOSÉ RICHÁ. A) BACIA DO RIO IGUAÇU; B) RESERVATÓRIO DE CAXIAS; C) DETALHE DA BARRAGEM, LOCALIZANDO OS PONTOS 1 E 2.	18
FIGURA 6 – ILUSTRAÇÃO DA USINA GOVERNADOR JOSÉ RICHÁ LOCALIZANDO PONTOS 1 E 2.	18
FIGURA 7 – IMAGEM DO PONTO 1, LOCALIZADO PRÓXIMO A BARRAGEM, EXPOSTO A GRANDE FLUXO DE ÁGUA.	19
FIGURA 8 – IMAGEM DO PONTO 2, LOCALIZADO PRÓXIMO A MARGEM EM REGIÃO LÊNTICA.	19
FIGURA 9 – EXPERIMENTO MONTADO, CONTENDO AS 14 PLACAS DE ACRÍLICO.	20
FIGURA 10 – COLETA DAS PLACAS NO PONTO 2, UTILIZANDO MERGULHO LIVRE.	21
FIGURA 11 – GRADE CONFECCIONADA PARA AUXILIAR NA ANÁLISE DAS PLACAS SOB A LUPA.	22
FIGURA 12 – MESES DE OCORRÊNCIA DE RECRUTAMENTO DA ESPÉCIE.	24
FIGURA 13 – PLACAS MOSTRANDO O ACÚMULO DE SEDIMENTO. A) PLACA DO PONTO 1, MOSTRANDO COLÔNIAS DE <i>C. CASPIA</i> E POUCA QUANTIDADE DE SEDIMENTO. B) PLACA DO PONTO 2, MOSTRANDO DEPOSIÇÃO DE SEDIMENTO E DIFÍCIL VISUALIZAÇÃO DAS COLÔNIAS.	25
FIGURA 14 – PORCENTAGEM DE COBERTURA DAS COLÔNIAS SOBRE AS PLACAS.	27
FIGURA 15 – DENSIDADE DE POLIPEIROS CM ² DURANTE OS 12 MESES.	27
FIGURA 16 – ANÁLISE MOSTRANDO DIFERENÇA SIGNIFICATIVA, NA MÉDIA DOS MESES, ENTRE OS VALORES DE PORCENTAGEM DE COBERTURA (P<0,05).	28
FIGURA 17 - ANÁLISE MOSTRANDO DIFERENÇA SIGNIFICATIVA ENTRE OS VALORES DE DENSIDADE DE POLIPEIROS (P<0,05).	28
FIGURA 18 – MESES DE MAIOR ALTURA DOS POLIPEIROS.	29
FIGURA 19 – ANÁLISE MOSTRANDO DIFERENÇA SIGNIFICATIVA ENTRE PONTOS 1 E 2 (P<0,05).	30
FIGURA 20 – ANÁLISE MOSTRANDO DIFERENÇA SIGNIFICATIVA ENTRE FACE SUPERIOR E INFERIOR DAS PLACAS NO PONTO 2 (P<0,05).	30
FIGURA 21 – PICOS REPRODUTIVOS, REPRESENTADOS PELA QUANTIDADE DE GONÓFOROS POR POLIPEIRO.	31
FIGURA 22 – QUANTIDADES DE HIDRANTES DURANTE OS 12 MESES.	32
FIGURA 23 – ANÁLISE MOSTRANDO DIFERENÇA SIGNIFICATIVA ENTRE FACES SUPERIOR E INFERIOR NO PONTO 2 (P<0,05).	33

ÍNDICE DE TABELAS

TABELA 1: DADOS DE QUALIDADE DA ÁGUA PARA O RESERVATÓRIO DE SALTO CAXIAS.	34
--	----

AGRADECIMENTOS

Ao LACTEC – Instituto de Tecnologia Para o Desenvolvimento, por ter oferecido todo apoio logístico, cedendo laboratórios e estrutura necessária para realização do trabalho.

À COPEL e à ANEEL, pelo financiamento do Projeto Espécies Invasoras, no qual foram realizadas as coletas e análises do material da pesquisa.

À minha orientadora, Prof. Dr^a. Maria Angélica Haddad, por todo apoio desde o início e pelos ensinamentos.

Ao meu co-orientador, Dr. Carlos Eduardo Belz, pelo apoio fundamental neste trabalho e pelo incentivo, confiança e reconhecimento.

Aos meus pais, por tudo que me deram até hoje para ser a pessoa que sou e por contribuírem fundamentalmente na minha formação como Bióloga, e neste trabalho.

A todos familiares, amigos, e amor, por todas as palavras de incentivo durante o projeto.

Às minhas colegas de estágio, pela ajuda em laboratório e na realização desta pesquisa, e acima de tudo ao incentivo.

RESUMO

A introdução, estabelecimento e conseqüências negativas de espécies ocorrendo em uma área fora de seu limite natural, historicamente conhecido, podem ser definidos como invasões biológicas. Um organismo aquático invasor encontrado recentemente no estado do Paraná e que vem causando grandes prejuízos econômicos, é o hidrozoário colonial *Cordylophora caspia*. Por sua grande capacidade de adaptação, reprodução, e por conseguir invadir uma gama de ambientes, ajustando suas necessidades ecológicas e fisiológicas, pode ser considerado um animal potencialmente invasor. Com o objetivo de estudar aspectos do ciclo de vida da espécie, placas de acrílico foram introduzidas no reservatório da usina Governador José Richa, localizada no Rio Iguaçu, Paraná. Os resultados mostram um ciclo de vida sazonal para a espécie, sendo observada a regressão-regeneração, com maior crescimento durante a primavera, quando os valores de porcentagem de cobertura, densidade das colônias, altura de polípeiros e estruturas reprodutivas encontram-se máximos. A regressão das colônias ocorre no início do inverno quando perdem seus pólipos, e todos os demais valores também se apresentam mais baixos. A utilização de substrato artificial mostrou-se eficiente para o estudo de aspectos do ciclo de vida da *Cordylophora caspia*. Os resultados obtidos podem melhorar o conhecimento sobre o ciclo de vida da espécie, sendo possível com isso discutir mecanismos de dispersão, prever as épocas mais adequadas de manutenção dos equipamentos de usinas hidrelétricas e servirem como base para posteriores estudos relacionados.

Palavras-chave: *Cordylophora caspia*, Invasões biológicas, Impactos, Hidrozoa, Bioincrustação.

ABSTRACT

The introduction, establishment and negative consequences of species occurring in an area outside its natural limit, historically known, can be defined as biological invasions. An exotic aquatic organism found recently in the state of Parana and that is causing economic losses, is the *Cordylophora caspia*. For its great capacity to adapt, reproduce, and to invade a range of environments, adjusting its ecological and physiological needs, can be considered a potentially invasive animals. In order to study aspects of the life cycle of the species, acrylic plates were introduced in the reservoir of power Governador José Richa, located in Rio Iguaçu, Parana. The results show a seasonal cycle of life for the species, and observed the decline-regeneration, with higher growth during the spring, when the values of percentage of coverage, density of colonies, high of hydrants and reproductive structures are at maximum. The regression of colonies occurs at the beginning of winter when they lose their polyps, and all other values have also lower. The use of artificial substrate proved to be efficient for the study of aspects of the life cycle of *Cordylophora caspia*. The results may improve knowledge about the life cycle of species, and it is possible to discuss mechanisms of dispersion, provide the most appropriate time for maintenance of equipment for hydroelectric plants and serve as a basis for further studies related.

Keywords: *Cordylophora caspia*, Biological Invasions, Impacts, Hidrozoa, Bioincrustação.

1 INTRODUÇÃO

As invasões biológicas têm sido reconhecidas como uma das ameaças mais sérias à biodiversidade e aos ecossistemas mundiais. O principal vetor de introdução de espécies aquáticas por atividades humanas é a liberação da água de lastros dos navios (MACK *et al*, 2000). Esta liberação introduz milhares de espécies vindas de outras regiões, e algumas dessas podem se estabelecer e se tornar potenciais bioinvasoras. Espécies invasoras bioincrustantes podem causar o entupimento e aumento da corrosão de tubulações e sistemas de resfriamento de água, aumentando custos com manutenção e causando prejuízos econômicos a estações de tratamento de água, saneamento e usinas de geração de energia.

A espécie aquática invasora *Cordylophora caspia* é um hidrozoário colonial que já causa problemas econômicos em usinas hidrelétricas no Brasil. Por ser um animal eurialino, encontrado desde ambientes marinhos até estuários e águas continentais (ROOS, 1979; MORRI, 1980; ZAMPONI, 1991), apresenta resistência a ambientes diferenciados. Além disto, apresenta ótima capacidade reprodutiva, o que lhe confere um alto potencial bioinvasor.

O crescimento e fisiologia de *C. caspia* foram estudados em laboratório por Fulton (1961, 1962). Porém existem poucos estudos populacionais que incluam observações sobre o ciclo de vida da espécie em condições naturais. A introdução de substratos artificiais em ambientes aquáticos tem sido utilizada com êxito para o estudo de composição e estrutura de comunidades incrustantes.

O objetivo do presente trabalho foi estudar aspectos do ciclo de vida da espécie *Cordylophora caspia* em substrato artificial, englobando a identificação dos padrões de recrutamento da espécie; o acompanhamento do crescimento das colônias; a quantificação e acompanhamento do desenvolvimento de suas estruturas reprodutivas; e o acompanhamento da quantidade de pólipos mostrando o ciclo de regressão-regeneração. A partir destas informações é possível correlacionar os dados obtidos para discutir as possíveis inter-relações e utilizar estas para subsidiar o monitoramento e as ações de controle de *C. caspia* em regiões invadidas.

1.1 INVASÕES BIOLÓGICAS

As invasões biológicas, ou seja, a introdução, estabelecimento e conseqüências negativas de espécies ocorrendo em uma área fora de seu limite natural, historicamente conhecido, têm sido reconhecidas como uma das ameaças mais sérias à biodiversidade e aos ecossistemas mundiais. Grande parte das espécies introduzidas não consegue obter sucesso devido a inúmeros fatores físicos e bióticos. Uma pequena fração destas espécies consegue sobreviver e se reproduzir e, se os seus descendentes não forem extintos do local em poucas gerações, a espécie pode, então, se estabelecer na nova região (MACK *et al*, 2000). Há diversas razões pelas quais uma espécie introduzida pode obter sucesso e se estabelecer em uma região: a ausência de seus predadores naturais ou parasitas, a predação sobre espécies nativas, o deslocamento destas, alterando o habitat, competindo por alimento e espaço (MACK *et al*, 2000), ou ainda, introduzindo substâncias tóxicas ou doenças que afetam os organismos locais (NEVES & ROCHA, 2006). No meio aquático, a introdução de espécies pode ocorrer naturalmente, porém as atividades humanas são a principal causa desta introdução (BELZ, 2006). A introdução de espécies por atividades humanas pode ser intencional ou acidental. Segundo Mills *et al*. (1993), as principais razões para a introdução intencional de espécies, seria o desejo em aumentar a diversidade local e a produção de alimento. As causas não intencionais da introdução de espécies podem ser o escape destas e de outras espécies correlacionadas para o ambiente quando utilizadas em aquicultura, aquarismo, cultivo e também a pesca. Porém, o principal vetor das invasões aquáticas são os navios, que freqüentemente carregam em sua água de lastro centenas de grupos de plantas e animais (RICCIARDI & MACISAAC, 2000), e segundo Carlton (1999), desde 1400 são efetivos vetores no transporte tanto intraoceânico como interoceânico de espécies terrestres e aquáticas. A liberação desta água de lastro introduz milhares de espécies vindas de outras regiões, e algumas dessas podem se estabelecer e se tornar potenciais bioinvasoras. Além do dano às comunidades biológicas, espécies invasoras também causam impactos econômicos em diversas atividades comerciais (BELZ, 2006). As espécies incrustantes provocam danos a instalações que utilizam ou entram em contato com os cursos de água invadidos. No caso o setor de saneamento, com estações de

tratamento de água e o setor elétrico, com as hidrelétricas, estão entre os mais afetados pelas bioinvasões. Segundo Phillips *et. Al.* (2005), a extensa proliferação e fixação de organismos incrustantes em usinas hidrelétricas podem provocar, principalmente: o entupimento e redução da seção de tubulações; aumento na corrosão de ligas metálicas, concreto e polímeros, pela proliferação de outros agentes biológicos indesejáveis (bactérias, fungos, etc.); diminuição da vida útil de equipamentos pelo aumento da manipulação durante a manutenção; aumento da mão-de-obra para limpeza ou troca de encanamentos, filtros, etc.; redução da velocidade do fluxo de água em tubulações devido a perdas por fricção (fluxos turbulentos); acúmulo de valvas vazias e contaminação das vias de água por mortalidade massiva, devido a inadequados tratamentos de controle; oclusão de filtros e redução da eficiência de equipamentos de troca térmica. Esses problemas necessitam de medidas para minimização ou erradicação dos danos, o que demanda altos custos financeiros dos afetados.

Na América do Norte, a espécie de molusco *Dreissena polimorfa*, conhecida como mexilhão zebra, vem causando impactos significantes em estações de geração de energia elétrica, sistemas de tratamento de água, indústrias, estruturas de represas e barragens e em canais de navegação, gerando altos gastos em manutenção (O'NEILL, 1997). No Brasil as espécies de molusco *Limnoperna fortunei*, popularmente chamado de mexilhão-dourado e *Corbicula fluminea*, causam impactos ambientais e econômicos em várias regiões e já vem ocorrendo no estado do Paraná. O hidrozóario *Cordylophora caspia* também já vem causando impactos econômicos em usinas hidrelétricas no Brasil (GROHMANN & BRUM, 2007). A introdução destas espécies é proveniente de invasões ocorridas inicialmente na Bacia do Rio da Prata, resultantes provavelmente do despejo de água de lastro de navios estrangeiros. A introdução e dispersão dessas e outras espécies bioincrustantes, tem causado, além de sérios impactos ambientais para os ecossistemas brasileiros, problemas econômicos devido a sua presença em tubulações e equipamentos de usinas hidrelétricas das Bacias do rio Paraná e Iguaçu.

1.2 *Cordylophora caspia*

Um organismo aquático invasor encontrado recentemente no estado do Paraná e que vem causando grandes prejuízos econômicos é o hidrozoário colonial da espécie *Cordylophora caspia* (PALLAS,1771). *C. caspia* é um animal eurialino, encontrado desde ambientes marinhos até estuários e águas continentais (ROOS, 1979; MORRI, 1980; ZAMPONI, 1991). São animais coloniais, podendo ser estolonais ou arborescentes. As estruturas que dão sustentação à colônia são os hidrocaules, cilíndricos e de cor escura, muitas vezes marrom amarelada. Os polípeiros podem alcançar até 10 cm de altura (FULTON, 1961, 1962; KINNE, 1956, 1957; ARNDT, 1984, 1989) (Figura 1). Os hidrantes, ou gastrozoóides, utilizados para alimentação, são fusiformes, esbranquiçados e transparentes e medem aproximadamente 1 mm. Sobre eles encontram-se tentáculos filiformes contendo substâncias urticantes, os nematocistos, que são utilizados para paralisar e capturar a presa. Os tentáculos estão presentes em número que varia para a descrição de cada autor (CORDERO, 1941; ROOS, 1979; ZAMPONI, 1991; SILVEIRA & BOSCOLO, 1996). Não há forma medusóide livre-natante no ciclo de vida desta espécie, as estruturas reprodutivas chamadas de gonozoóides ou gonóforos, prendem-se ao hidrocaule e após a fecundação liberam a larva plânula (MORRI, 1981).

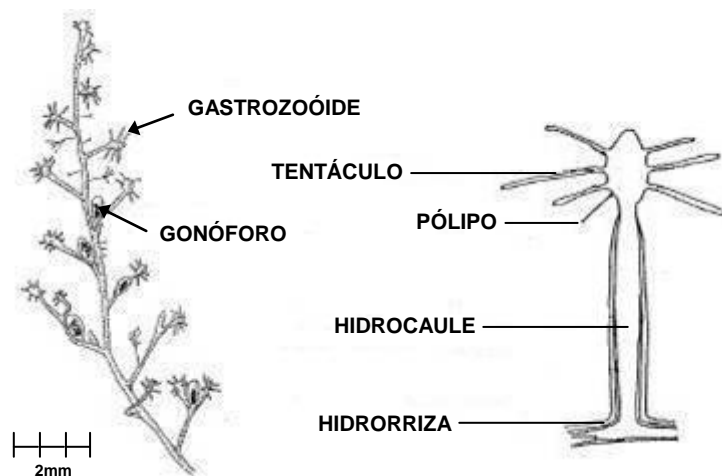


Figura 1 – Morfologia da *Cordylophora caspia* indicando suas principais estruturas.

Fonte: Adaptado de FOLINO (2003).

A espécie pode ser encontrada sobre conchas, algas, pedras e sobre vários objetos submersos (ROOS, 1979; CORDERO, 1941). Segundo Gili & Hughes (1995), hidrozoários são carnívoros passivos, que capturaram suas presas trazidas pelas correntes, quando estas estão ao seu alcance. Em seus tentáculos encontram-se os nematocistos que imobilizam e matam a presa e a levam ao gastrozóide para alimentação. Segundo o mesmo autor, a dieta desses animais varia, mas basicamente inclui zooplâncton, microcrustáceos como copépodes e náuplios, oligoquetos, e uma variedade de larvas e pequenos adultos de diversos organismos.

Sobrevivem a temperaturas entre 8°C e 30°C, porém a temperatura ótima de crescimento e desenvolvimento está entre 18°C e 26°C. Abaixo ou acima disso há um crescimento mais lento da colônia. Essa temperatura ótima pode variar muito conforme a região e salinidade da água (FULTON 1962; FOLINO & INDELICATO, 2005).

Além de apresentarem reprodução sexuada, através de gonóforos, se reproduzem assexuadamente. Por esta razão, pode ocorrer a dispersão de pequenos fragmentos de tecido que se soltam do substrato e alcançam grandes distâncias. Nesta fase há grande resistência tanto a temperaturas extremas quanto à seca. Esses fragmentos permanecem na coluna d'água em fase de latência, até que as condições ambientais se tornem novamente favoráveis, aí então ele volta a se desenvolver em uma nova colônia. Por esta grande capacidade de adaptação e de reprodução, *C. caspia* pode ser considerado um animal potencialmente invasor (ROOS, 1979). Segundo Smith *et al* (2002), a espécie consegue invadir uma gama de ambientes porque acaba ajustando suas necessidades ecológicas e fisiológicas.

Este trabalho é o primeiro que descreve o ciclo de vida da *Cordylophora caspia* na América do Sul. Porém, trabalhos realizados na Europa, mostram um ciclo de regressão-regeneração para a espécie. Colônias de *C. caspia* desenvolvem gonóforos no verão e começo do outono, e no início do inverno, muitas das colônias começam a perder seus pólipos por desintegração ou predação e os tecidos se tornam cada vez menos diferenciados se concentrando na região da hidrorriza, voltando a se desenvolver no começo da primavera (ROOS, 1979; MORRI, 1981). Resultados semelhantes foram encontrados no trabalho de Jormalainen *et. al.* (1994), realizado no

Mar Báltico. As colônias mostram um ciclo sazonal de regressão-regeneração para, no qual as colônias apresentam tecidos inativos no inverno voltando a se desenvolver no início da primavera.

1.3 CLASSIFICAÇÃO

Reino Animalia

Filo Cnidaria

Classe Hydrozoa

Ordem Hydroida

Subordem Anthomedusae

Família Clavidae

Gênero *Cordylophora*

Espécie *Cordylophora caspia* (Pallas 1771) (Figura 2)

Syn: *Cordylophora lacustris* (Allman, 1844)

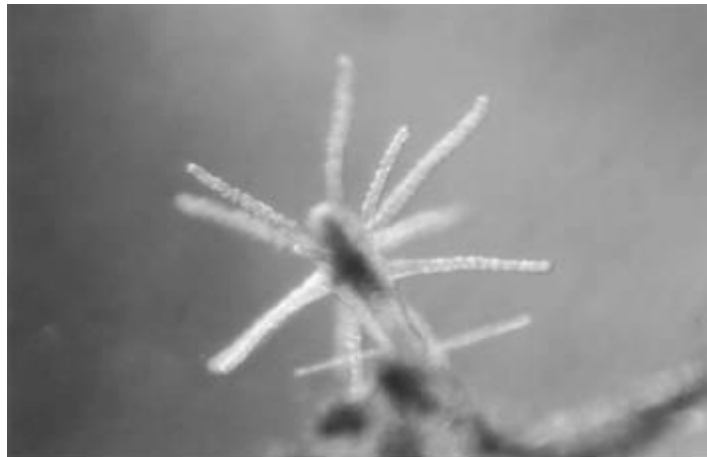


Figura 2 – imagem de um pólipo de *C. caspia* sob lupa, em aumento de 40x.

1.4 INTRODUÇÃO E DISPERSÃO DA ESPÉCIE

C. caspia é originária do Mar Cáspio e Mar Negro, porém hoje sua distribuição é muito vasta. A espécie é encontrada atualmente em diversas localidades devido a sua introdução e dispersão. *C. caspia* é um animal sésil e se fixa a diversos tipos de substratos, tanto naturais como pedras, conchas de bivalves, macrófitas, como substratos artificiais, como cascos de navios e embarcações e outros objetos flutuantes. Por esta razão, colônias podem ser carregadas para lugares distantes, sendo introduzidas em regiões fora de seu limite natural. Além disto, fragmentos de colônias presentes na coluna d'água podem ser levados juntos à água de lastro de navios cargueiros e serem despejados em outros ambientes causando introduções acidentais (ROOS, 1979).

Há registros de ocorrência da espécie nos Estados Unidos, e em muitos rios e estuários na Europa, como no Mar Báltico onde sua presença é bastante citada na literatura (FOLINO, 2000) e no Mar Mediterrâneo (MORRI, 1980). Também há registros na Ásia, Egito e Nova Zelândia (ZAMPONI, 1991). Na América Latina já houve registros de ocorrências no México (HURLBERT & VILLALOBOS-FIGUEROA, 1982), em Cuba (GAGGERO, 1923 APUD ZAMPONI, 1991), no Uruguai (CORDERO, 1941) e na Argentina (ZAMPONI, 1991) (Figura 3).

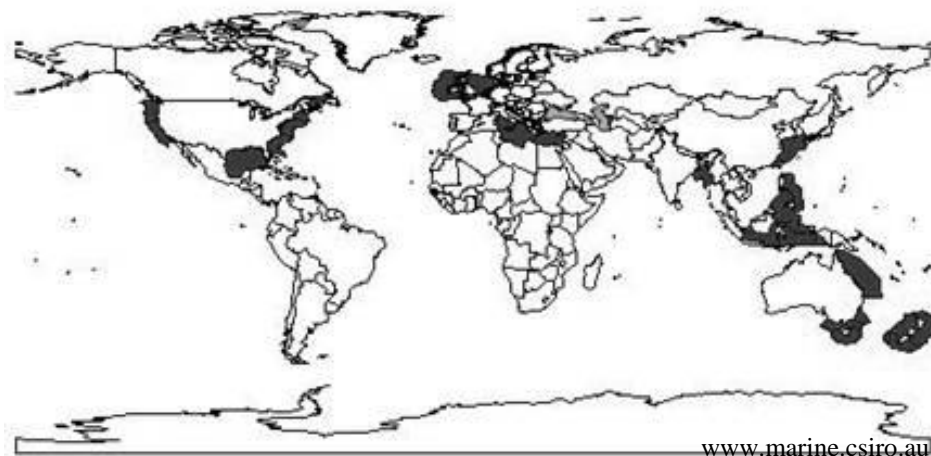


Figura 3 - Distribuição mundial da espécie.

No Brasil, a espécie foi introduzida, provavelmente, pela Bacia do Prata, com primeiro registro em 1991, no Rio Paraná (HADDAD & NAKATAMI, 1996) já alcançando atualmente a Bacia do Rio Iguaçu (LACTEC, 2008). Já foram relatadas ocorrências também para os estados de São Paulo (SILVEIRA & BOSCOLO, 1996) e Rio de Janeiro (ROCH, 1924; GROHMANN & BRUM, 2007).

1.5 IMPACTOS DE SUA INTRODUÇÃO

Este hidrozoário, como a distribuição demonstra, é conhecido por ser uma espécie exótica em várias localidades, muitas vezes chegando a ser invasora. Tudo isto está aliado à própria característica dos hidrozoários polipóides de permanecerem em latência em condições desfavoráveis, e conseguirem se regenerar a partir de simples fragmentos de alguma parte da colônia, como do hidrante ou do hidrocaule (MOORE, 1952). Não há estudos específicos que abordem as alterações ambientais causadas pela invasão de *C. caspia*, porém é possível presumir que, como consequência de sua introdução, se tratando de um organismo oportunista, *C. caspia* acabe colonizando rapidamente diversos substratos que poderiam ser essenciais para espécies nativas, alterando a composição das espécies e competindo por alimento e substrato. (NEVES & ROCHA, 2006). Já foi citada a presença de *C. caspia* colonizando conchas do mexilhão zebra (WALTON, 1996, FOLINO *et al*, 2006). Este hidróide também pode influenciar no assentamento de larvas de moluscos bivalves, pois estes mostram uma preferência por se fixar em substratos filamentosos, como colônias de hidróides e algas.

No Estado do Rio de Janeiro, segundo Grohmann & Brum (2007), a presença de *C. caspia* no interior dos sistemas de resfriamento da usina de Funil, em Itatiaia, vem causando uma sensível queda na eficiência dos trocadores de calor e elevação de temperatura dos mancais do gerador. O acúmulo de colônias e posterior entupimento dos trocadores de calor, faz com que o sistema fique indisponível, muitas vezes, por longos períodos e gere altos custos de manutenção.

No Estado do Paraná, após sua introdução pela Bacia do Rio Iguaçu, o hidrozoário *C. caspia* alcançou as usinas hidrelétricas de Governador José Richa (Salto Caxias) e Governador Ney Braga (Segredo) da COPEL, e a usina de Salto Santiago da Tractebel Energia. Seu crescimento intenso na usina de Salto Caxias vem causando problemas de entupimentos nos sistemas de filtragem, de troca térmica e tubulações (Figura 4), levando a um aumento no custo econômico de manutenção destes sistemas, além de indisponibilizar partes do sistema durante a inspeção.



Figura 4 – Trocadores de calor da usina Governador José Richa tomados por colônias de *C. caspia*.

A falta de conhecimento sobre a biologia de *C. caspia* acaba dificultando o controle da colonização desse organismo em ambientes naturais invadidos por ela e nos sistemas hidráulicos impactados por sua incrustação.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 ÁREA DE ESTUDO

A área utilizada para a realização do experimento foi o reservatório da usina Hidrelétrica Governador José Richa (Salto Caxias) (Figura 6), localizada no Rio Iguaçu, Paraná (Figura 5). Esta localidade foi escolhida devido ao fato de a espécie já ter se estabelecido nesta região. Dentro do reservatório, os experimentos foram instalados em dois pontos diferentes: Ponto 1, localizado próximo à barragem, exposto a grande fluxo de água (Figura 7) (25°32'32.98"S; 53°29'48.79"W), e Ponto 2, próximo à margem, em um ambiente lântico (Figura 8) (25°32'11.81"S; 53°29'59.23"W).

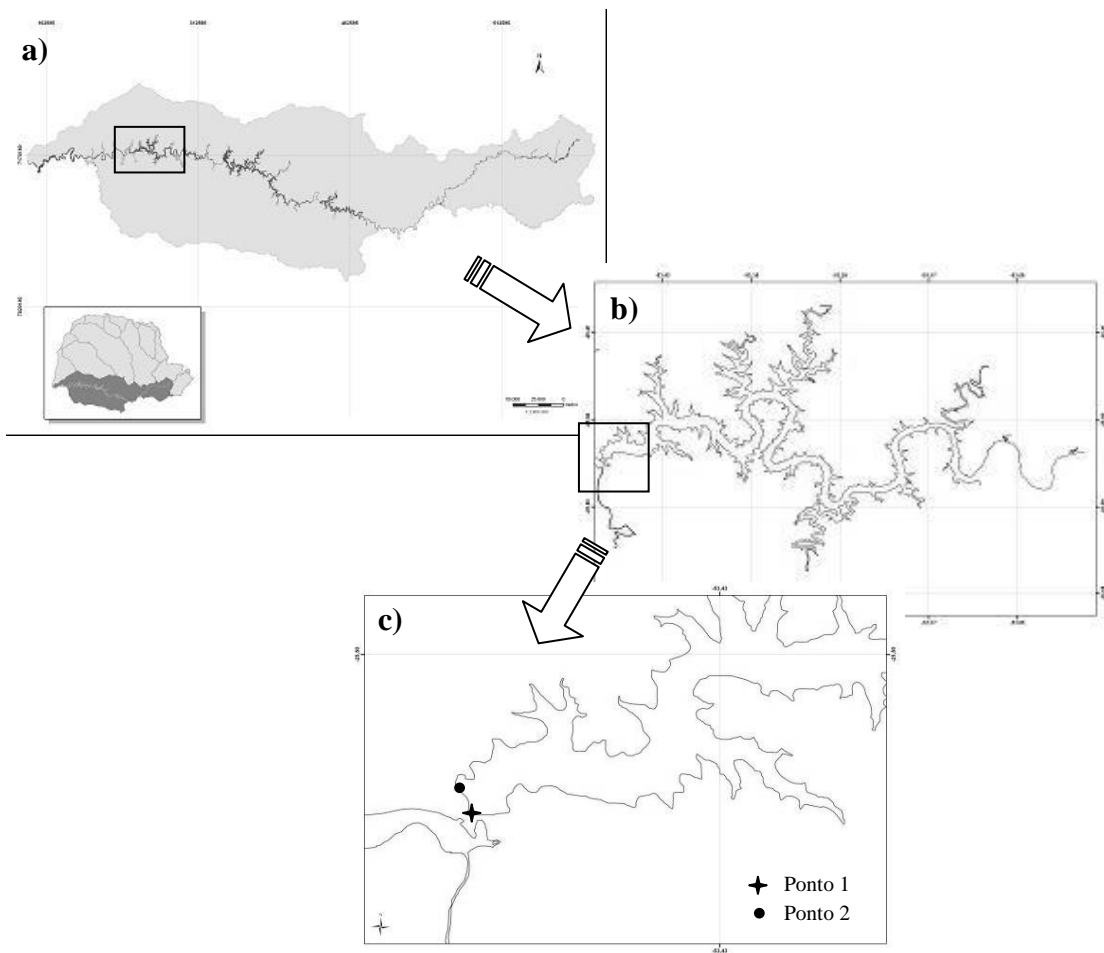


Figura 5 – Localização da usina Governador José Richa. A) Bacia do rio Iguazu; b) Reservatório de Caxias; c) Detalhe da barragem, localizando os pontos 1 e 2.

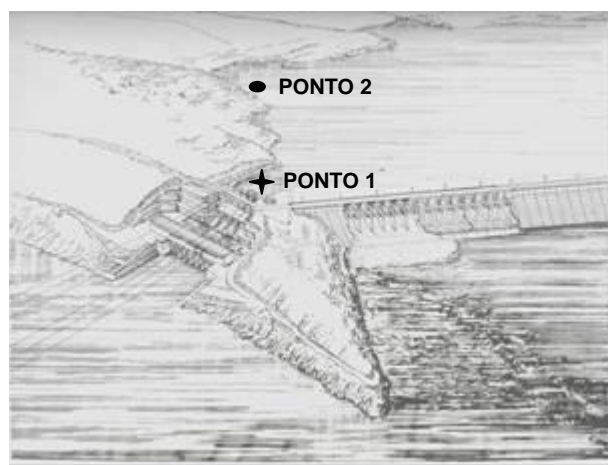


Figura 6 – Ilustração da usina Governador José Richa localizando pontos 1 e 2.



Figura 7 – Imagem do ponto 1, localizado próximo a barragem, exposto a grande fluxo de água.



Figura 8 – Imagem do ponto 2, localizado próximo a margem em região lântica.

2.2 EXPERIMENTO

Seis molduras de aço inox contendo, cada uma, 14 placas de acrílico brancas de 10 x 4 cm (Figura 9) foram instaladas em fevereiro de 2006. Três delas foram colocadas no Ponto 1, penduradas a flutuadores alinhados próximo à barragem da usina onde o fluxo de água é intenso, e as outras três no Ponto 2, presas a cabos

fixados à margem. Todas as molduras foram posicionadas horizontalmente a uma profundidade aproximada de 1,5m. Desta forma, uma superfície das placas permanecia voltada para cima e outra para baixo, diferenciando assim lado superior e inferior.

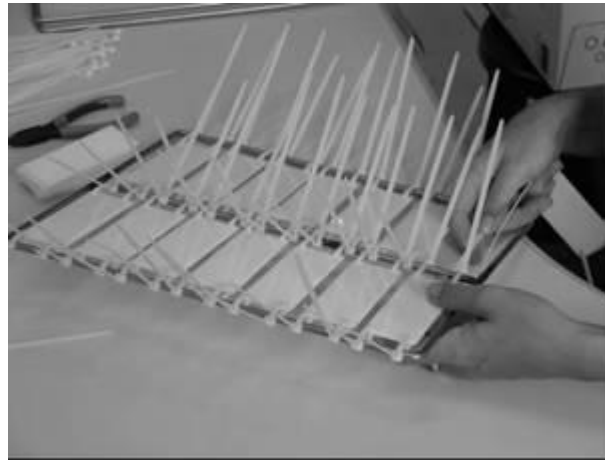


Figura 9 – Experimento montado, contendo as 14 placas de acrílico.

2.3 COLETA E ANÁLISE

O experimento teve duração de um ano, com coletas mensais realizadas de Março de 2006 a Fevereiro de 2007. No Ponto 1, por ser uma região perigosa e de muito fluxo de água, as molduras foram retiradas rapidamente para a coleta do material e recolocadas na água. No Ponto 2, as placas foram retiradas com mergulho livre (Figura 10).



Figura 10 – Coleta das placas no ponto 2, utilizando mergulho livre.

As placas foram colocadas mensalmente em frascos devidamente identificados, diferenciando os lados superior e inferior de cada placa. A cada mês, foi retirada, de ambos os pontos, uma placa acumulativa de cada moldura, ou seja, as placas que foram mantidas nas molduras para observação das variações de aspectos da colônia durante os 12 meses. Foi coletada também, de cada moldura, uma placa denominada de recrutamento, a qual foi retirada e substituída por outra nova a cada mês com o objetivo de determinar os meses em que houve recrutamento de novas colônias. Todas as amostras foram fixadas em formalina a 4% e levadas ao laboratório para análise. A análise das placas foi realizada sob microscópio estereoscópio com auxílio de uma grade confeccionada com bases de alumínio e fios galvanizados formando 160 quadrículas de 0,5 cm² (Figura 11). A grade era sobreposta à placa, e sob a lupa seguiam-se verticalmente os transectos a partir da primeira quadrícula, de cima para baixo. Este procedimento era realizado até que toda a placa tivesse sido observada, incluindo ambas as superfícies: superior e inferior.

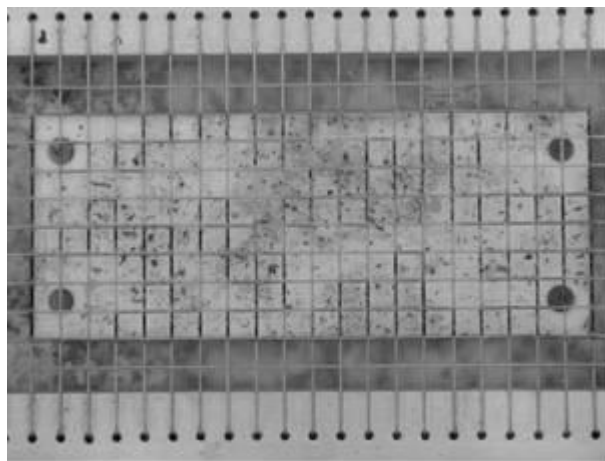


Figura 11 – Grade confeccionada para auxiliar na análise das placas sob a lupa.

Para a identificação dos padrões de recrutamento da espécie, em cada placa de recrutamento foi analisada a frequência de ocorrência das colônias, utilizando a grade quadriculada. Seguindo os transectos, contou-se a quantidade de quadrículas nas quais houve ocorrência do hidrozoário. A partir dos valores obtidos, estimou-se a frequência em que as colônias ocorreram sobre a placa, e a época de maior recrutamento da espécie.

Para identificar o crescimento das colônias sobre a placa, foi analisada a porcentagem de cobertura das colônias contando-se a quantidade de quadrículas nas quais houve presença do hidrozoário. A estimativa da densidade das colônias sobre substrato artificial também foi realizada, contando-se a quantidade de polipeiros por quadrícula, em 26 quadrículas sorteadas.

Para avaliar o crescimento das colônias em altura, retirou-se aleatoriamente de cada superfície das placas, 10 polipeiros. As alturas foram medidas, observando a variação dos valores obtidos a cada mês.

Para acompanhar a época reprodutiva e o ciclo de regressão/regeneração das colônias, quantificou-se, nos mesmos 20 polipeiros utilizados para medição de altura, a quantidade de gonóforos e de hidrantes por polipeiro respectivamente.

Todos os dados foram organizados e analisados estatisticamente através do software Estatística 6.0. O Teste “t” de Student foi utilizado para comparar as três réplicas de cada Ponto, os valores dos Pontos 1 e 2 e os valores das superfícies superior e inferior das placas.

Dados de qualidade da água foram obtidos do Projeto - Monitoramento da qualidade da água e do ar para renovação das licenças de operação das usinas Geradoras da COPEL, ciclo 2006-2007, para usina de Salto Caxias, PR - realizado pelo LACTEC - Instituto de Tecnologia Para o Desenvolvimento.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 RECRUTAMENTO

No Ponto 1, observou-se o valor máximo de freqüência de ocorrência de recrutamento das colônias de 36,9%. Na média das três réplicas, o valor máximo encontrado foi na face superior, com 22,7% em Outubro. Já no Ponto 2, o recrutamento ocorreu somente em Julho, e os valores foram mais baixos em relação ao Ponto 1, com diferença de aproximadamente 20% na freqüência dos valores mais altos (Figura 12). Isto foi observado, provavelmente, pelo fato de o Ponto 2 estar localizado em região lântica. A intensidade do fluxo da água influencia a quantidade de sedimento depositado sobre o substrato (ALLAN, 1995). Não havendo fluxo de água, há deposição de sedimento sobre as placas, dificultando o assentamento das larvas e posterior crescimento das colônias (Figura 13).

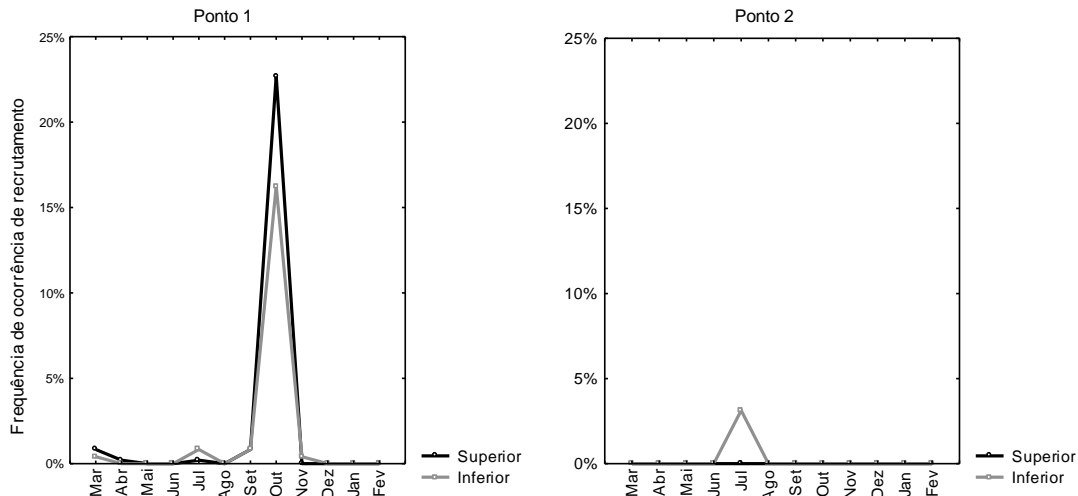


Figura 12 – Meses de ocorrência de recrutamento da espécie.

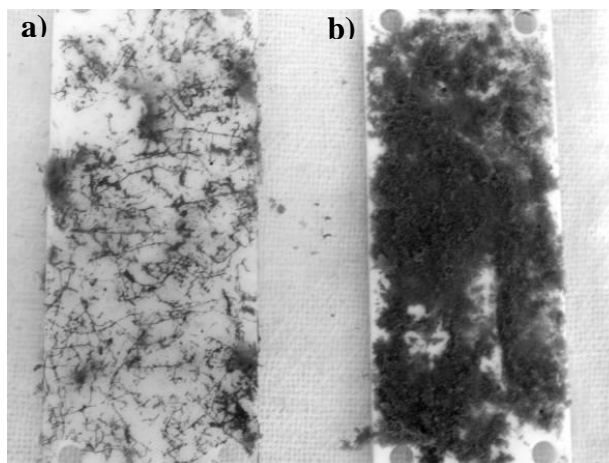


Figura 13 – Placas mostrando o acúmulo de sedimento. a) Placa do Ponto 1, mostrando colônias de *C. caspia* e pouca quantidade de sedimento. b) Placa do Ponto 2, mostrando deposição de sedimento e difícil visualização das colônias.

As réplicas do Ponto 1 e 2, e os valores obtidos entre eles, tanto para a superfície superior, quanto para a inferior, não apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$).

3.2 CRESCIMENTO

a) Crescimento das colônias sobre as placas

Os valores obtidos mostram que o maior crescimento das colônias ocorreu durante o começo da primavera, época em que a temperatura da água chegou ao valor médio de 24,2°C, e os valores de porcentagem de cobertura (Figura 14) e densidade de polipeiros (Figura 15) encontraram-se mais altos. Segundo Fulton (1962) e Folino & Indelicato (2005), a temperatura ótima de crescimento e desenvolvimento está entre 18°C e 26°C. Abaixo ou acima disso há um crescimento mais lento da colônia. Porém, essa temperatura ótima pode variar muito conforme a região e salinidade da água.

O Ponto 2 apresentou valores significativamente mais baixos do que o Ponto 1 tanto para porcentagem de cobertura, quanto para densidade de polipeiros ($p < 0,05$). No Ponto 1, de Agosto a Outubro, a média dos valores das três réplicas se manteve em

100% de cobertura da placa, tanto na face superior quanto na inferior (Figura 14). No Ponto 2, apenas na região inferior de uma das réplicas as colônias atingiram 100% de cobertura, com o maior valor, na média das três réplicas, chegando a 63,33% no mês de Setembro (Figura 14).

Coincidindo com os valores de porcentagem de cobertura da placa, a densidade de polípeiros por quadrícula atingiu os valores máximos também no mês de Setembro, nos dois Pontos. O valor máximo encontrado na média das três réplicas foi 4,12 e 2,1 para os Pontos 1 e 2 respectivamente (Figura 15). É possível que, por haver dificuldade de assentamento de larvas no Ponto 2, e posterior crescimento das colônias, como discutido anteriormente, o mesmo tenha apresentado menores valores nos parâmetros relacionados a crescimento, em relação ao Ponto 1. Além disso, a intensidade do fluxo da água afeta a disponibilidade de alimento através da entrega de nutrientes (ALLAN, 1995). Este fator pode ter causado uma limitação no crescimento das colônias no Ponto 2, já que o fluxo da água é praticamente ausente e a oferta de alimento aos organismos sésseis é baixa.

Ambos os Pontos apresentaram diferença significativa entre os lados superior e inferior da placa para porcentagem de cobertura (Figura 16) e densidade de polípeiros (Figura 17) ($p < 0,05$), sendo que o lado inferior mostrou os valores mais altos, com maior discrepância no Ponto 2. Isso se deve provavelmente ao fato de o Ponto 1 receber maior fluxo de água, e conseqüentemente acumular menos sedimento na face superior das placas, recebendo maior freqüência de recrutamento e posterior crescimento das colônias.

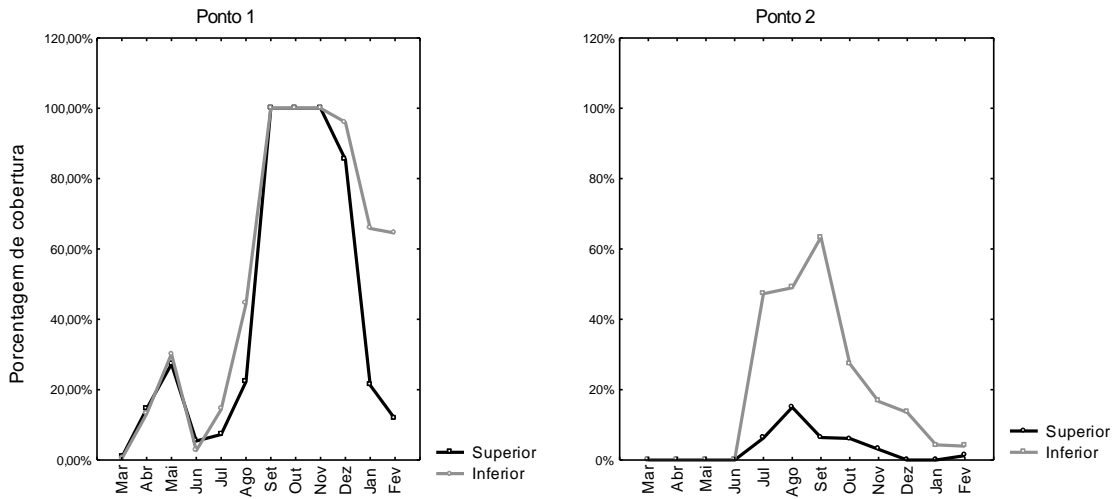


Figura 14 – Porcentagem de cobertura das colônias sobre as placas.

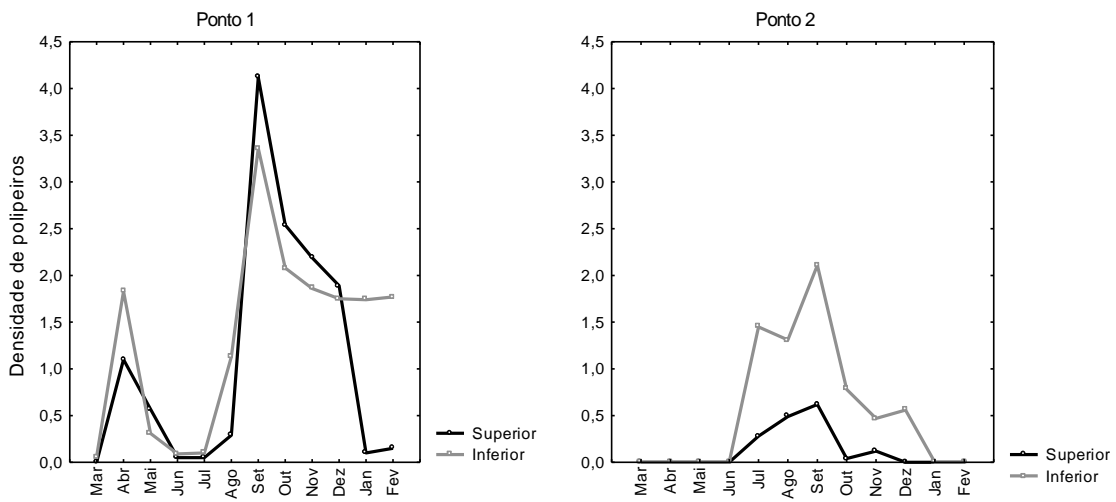


Figura 15 – Densidade de polipeiros cm² durante os 12 meses.

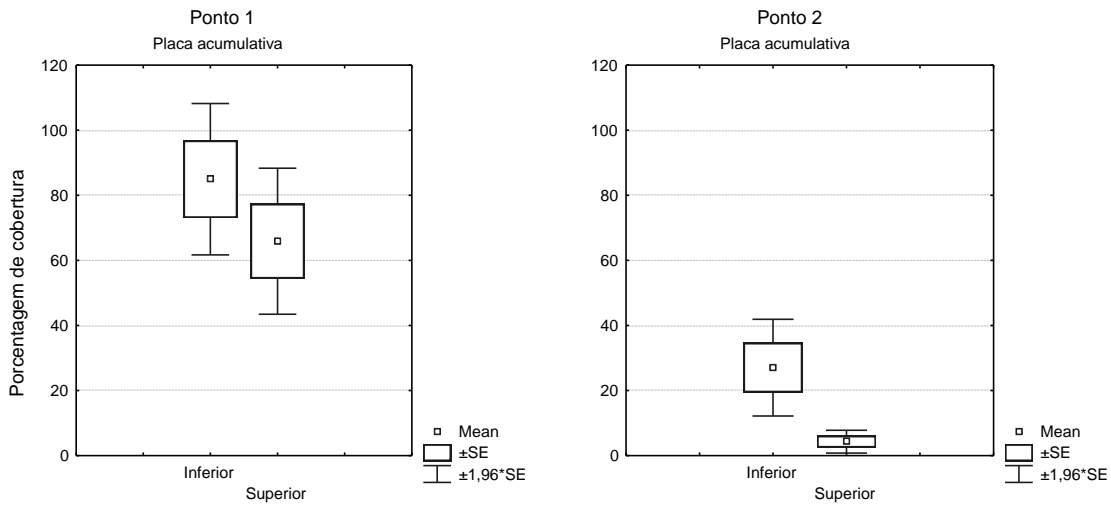


Figura 16 – Análise mostrando diferença significativa, na média dos meses, entre os valores de porcentagem de cobertura ($p < 0,05$).

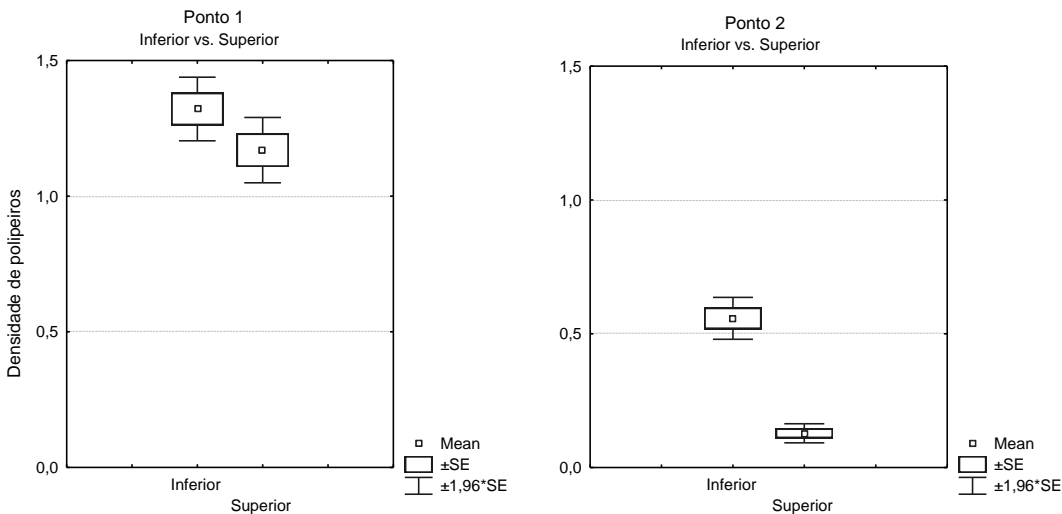


Figura 17 - Análise mostrando diferença significativa entre os valores de densidade de polipeiros ($p < 0,05$).

As réplicas dos dois Pontos não apresentaram diferença significativa para o parâmetro de porcentagem de cobertura.

Para a análise de densidade de polipeiros, as três réplicas do Ponto 1 apresentaram diferença significativa do lado inferior da placa. No Ponto 2, os valores das três placas apresentaram diferença significativa para ambas as superfícies ($p < 0,05$).

b) Crescimento das colônias em altura

As maiores alturas de polipeiros também foram encontradas durante o início da primavera, coincidindo com os maiores valores de crescimento das colônias sobre as placas. O Ponto 1 apresentou valores maiores, diferindo significativamente do Ponto 2, tanto para a superfície superior quanto para a inferior ($p < 0,05$) (Figura 19). As maiores alturas foram respectivamente 40mm e 11mm. Na média das três réplicas, os valores obtidos foram máximos em outubro para o Ponto 1, e agosto para o ponto 2, com 17,57mm e 4,77mm.

Apenas o Ponto 2 apresentou diferença significativa entre as superfícies, com os maiores valores para a superfície inferior da placa ($p < 0,05$) (Figura 20).

As diferenças encontradas entre os Pontos, e entre superfícies superior e inferior ocorreram, provavelmente, pelos mesmos motivos discutidos para crescimento das colônias sobre as placas.

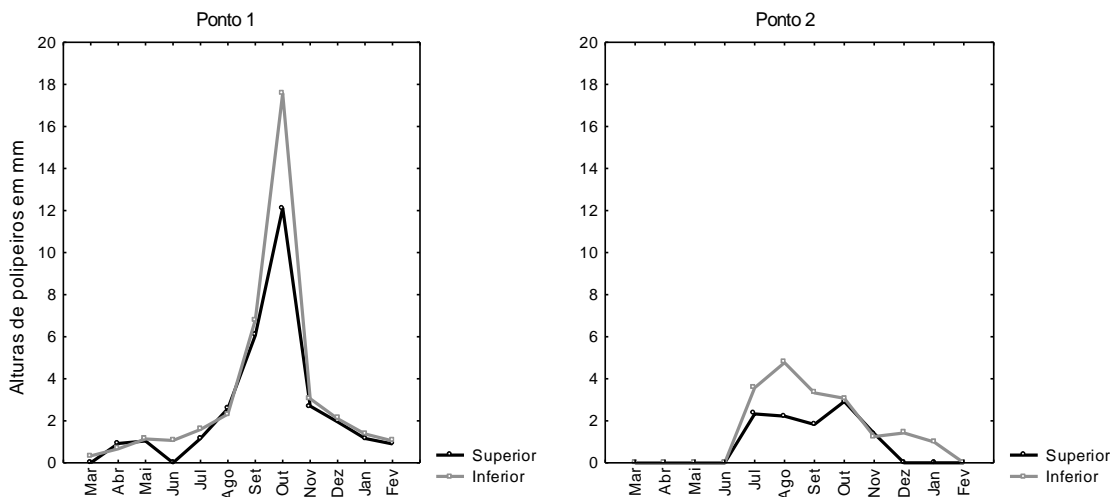


Figura 18 – Meses de maior altura dos polipeiros.

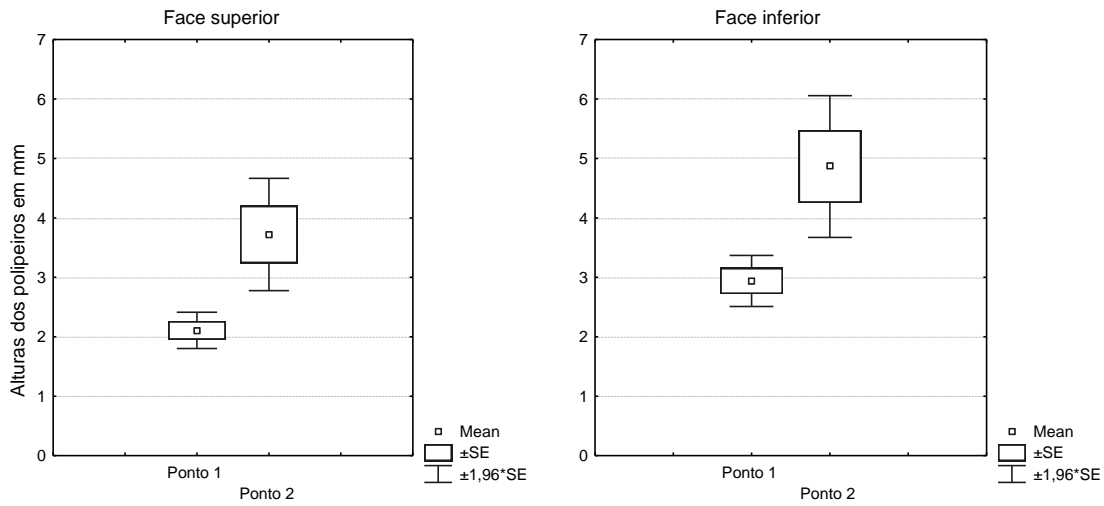


Figura 19 – Análise mostrando diferença significativa entre pontos 1 e 2 ($p < 0,05$).

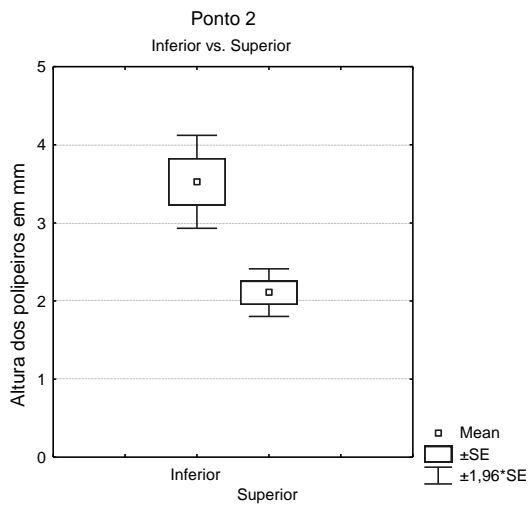


Figura 20 – Análise mostrando diferença significativa entre face superior e inferior das placas no ponto 2 ($p < 0,05$).

As réplicas apenas do Ponto 2, apresentaram diferença significativa para os valores de altura de polipeiros, tanto na superfície superior, quanto na inferior ($p < 0,05$).

3.3 REPRODUÇÃO

As maiores quantidades de gonóforos também ocorreram durante o início da primavera como mostrado na Figura 21, para média das três réplicas nos dois Pontos. A época reprodutiva coincidiu com os valores de maior crescimento da colônia. Porém, os valores do Ponto 1, foram significativamente maiores do que os do Ponto 2 ($p < 0,05$), com a quantidade máxima de 34 gonóforos por polipeiro. No Ponto 2, a quantidade máxima foi de 4 gonóforos por polipeiros (Figura 21).

No Ponto 1, não houve diferença significativa entre as faces superior e inferior das placas ($p < 0,05$). Já no Ponto 2, a presença de gonóforos só foi observada na superfície inferior, apresentando diferença significativa entre lado superior e inferior das placas ($p < 0,05$). O Ponto 2 apresentou menor frequência de recrutamento, e menor crescimento das colônias comparado ao Ponto 1, e pelo desenvolvimento das mesmas ter ocorrido preferencialmente na região inferior das placas, é possível que isto tenha influenciado o desenvolvimento das estruturas reprodutivas.

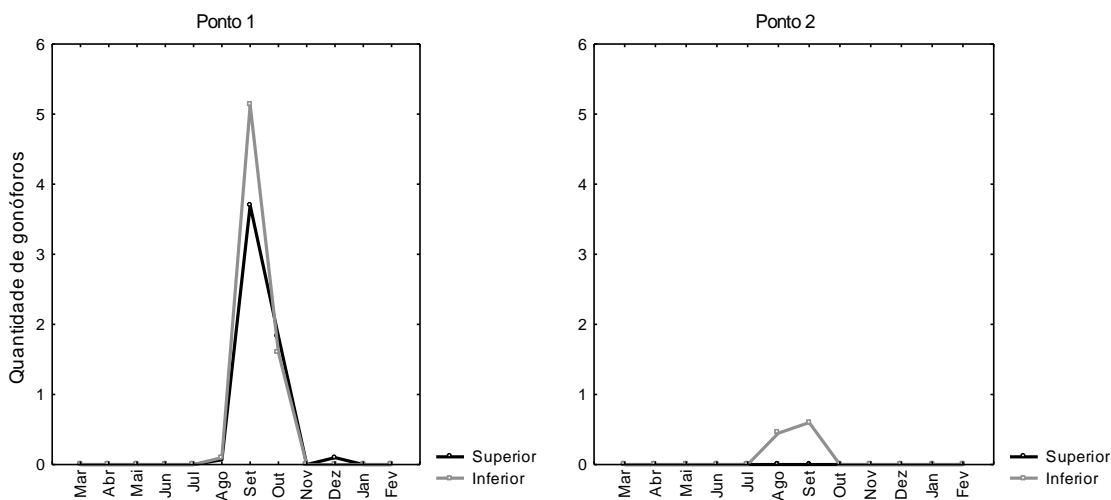


Figura 21 – Picos reprodutivos, representados pela quantidade de gonóforos por polipeiro.

As réplicas do Ponto 1 apresentaram diferença significativa para o lado inferior da placa, assim como as réplicas do Ponto 2, sendo que uma delas não houve desenvolvimento de estruturas reprodutivas ($p < 0,05$).

3.4 REGRESSÃO

Os maiores valores para quantidade de pólipos por polipeiro foram encontrados em agosto e setembro, com valores máximos de 22 para o Ponto 1, e 7 para o Ponto 2, decaindo e chegando a zero durante o inverno (Figura 22). No inverno, a temperatura da água caiu para 21,4 °C em média. As alturas dos polipeiros também apresentam os valores mais baixos, em torno de 1 mm, com colônias voltando a se desenvolver apenas no começo da primavera (Figura 18). O trabalho de Morri (1981) mostrou colônias perdendo seus pólipos ao final do verão, e segundo mesmo autor a causa desta perda é a predação ou a própria desintegração das colônias.

Os Pontos 1 e 2 não apresentaram diferença significativa entre seus valores ($p < 0,05$). Porém, as faces superior e inferior do Ponto 2 apresentaram diferença significativa, sendo os maiores valores observados na superfície inferior ($p < 0,05$) (Figura 23). Esta diferença pode ter ocorrido, devido à complexidade com que ocorrem fatores como a predação (BLEZARD, 1992). Segundo mesmo autor, a predação é um dos fatores mais importantes para determinação da distribuição e desenvolvimento de uma população.

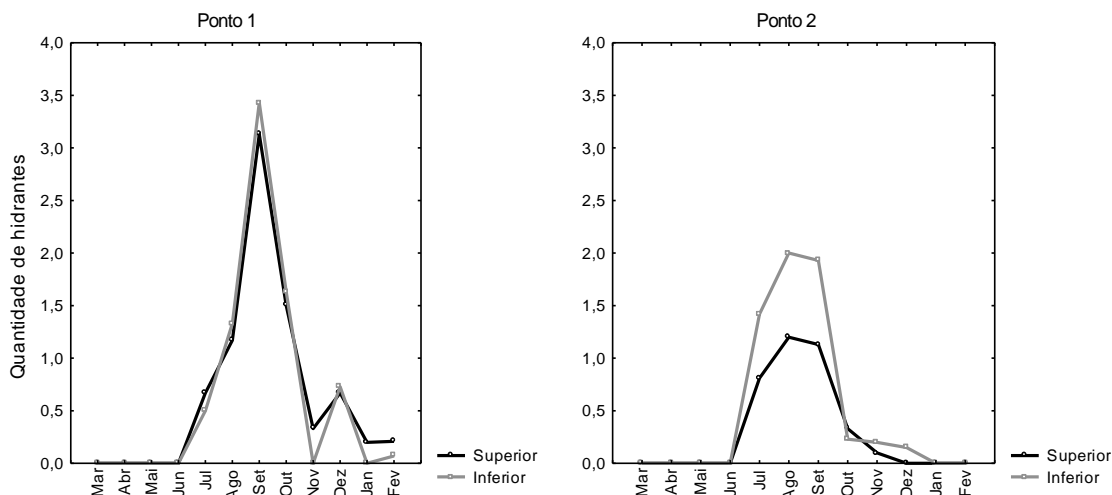


Figura 22 – Quantidades de hidrantes durante os 12 meses.

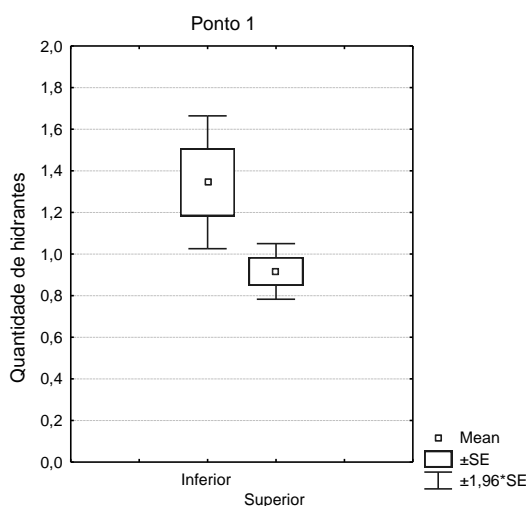


Figura 23 – Análise mostrando diferença significativa entre faces superior e inferior no ponto 2 ($p < 0,05$).

Apenas as réplicas do Ponto 2 apresentaram diferença significativa, tanto na face superior quanto na inferior ($p < 0,05$).

Dados de qualidade da água foram semelhantes nos dois Pontos. Os valores variaram durante diferentes épocas do ano como mostrado na **Ошибка! Источник ссылки не найден..** O único fator que pareceu afetar os parâmetros analisados, para haver diferença entre os Pontos, foi o fluxo de água, que, no Ponto 1, por estar localizado próximo a barragem, é constante. Diferente do ponto 2, que fica muito próximo à margem, e o fluxo de água é praticamente ausente.

Tabela 1: Dados de qualidade da água para o reservatório de Salto Caxias.

Data da coleta	Limites*	Salto Caxias			
		18/05/2006	22/08/2006	13/11/2006	22/02/2007
Profundidade do Ponto (m)	-	1,2	0,5	1,0	0,8
Profundidade de Coleta (m)	-	0,30	0,30	0,30	0,30
T ambiente (°C)	-	14,1	13,1	24,5	29,4
T água (°C)	-	21,7	21,4	23,5	27,2
OD (mg/L)	< 5,00	6,22	9,90	6,50	6,23
OD sat (%)	< -	72,6	114,9	78,5	80,5
Secchi (m)	-	1,20	0,50	1,00	0,80
pH	6,0 a 9,0	8,6	7,8	7,4	7,1
Condutividade (µS/cm)	-	59	45	50	55
P Total (mg/L)	**	0,01	< 0,01	0,01	< 0,01
N Total (mg/L)	***	1,2	1	0,9	1,1
Sólidos Totais (mg/L)	-	45	36	37	43
Turbidez (NTU)	100	2	1	2	2
Coliformes Totais (NMP/100mL)	-	170	27	330	SD
Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL)	< 1.000	4	< 1,0	33	SD
DBO (mgO ₂ /L)	< 5,00	4,58	< 2,00	< 2,00	SD
DQO (mgO ₂ /L)	< -	13	5	1,54	SD
N/P	-	265	221	199	243
Óleos e Graxas (mg/L)	Virtualmente ausentes	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
IQA	-	81	92	82	-

Nesta pesquisa, o recrutamento foi observado principalmente em outubro, seguido de crescimento da colônia durante a primavera, quando foram observados os maiores valores de porcentagem de cobertura, densidade e altura de polípeiros. O maior crescimento da colônia coincidiu com pico de atividade reprodutiva, com maiores quantidades de gonóforos. Durante os meses em que houve ocorrência de recrutamento, as colônias já presentes nas placas foram somadas as novas colônias. Com a chegada do inverno, a temperatura da água caiu para aproximadamente 18 °C, e os polípeiros perderam seus pólipos. As colônias passaram a apresentar regressão, e se observou tecidos cada vez menos diferenciados, com fragmentos se concentrando na superfície das placas. As colônias voltaram a se desenvolver apenas com o início da primavera.

Os valores obtidos para todos os parâmetros analisados mostram que o ciclo de vida da *Cordylophora caspia* é sazonal, e as colônias apresentam um ciclo de

regressão-regeneração, como mostram os trabalhos de Morri (1981) realizado na Itália e o de Jormalainen *et. al.* (1994) feito no Mar Báltico, onde foram observadas colônias de *C. caspia* apresentando picos de crescimento na primavera, coincidindo com os picos reprodutivos, nos quais o número de gonóforos foi máximo e os hidrocaules também atingiram o tamanho máximo, com um declínio dessa reprodução e conseqüentemente do crescimento ao final do verão, quando muitas colônias perderam seus pólipos por desintegração ou predação. Trabalhos realizados por Roos (1979), na Holanda, também mostram resultados semelhantes.

As réplicas apresentaram diferenças significativas tanto no Ponto 1 como no Ponto 2. Isso ocorreu provavelmente devido ao fato da espécie apresentar, além da reprodução sexuada, reprodução assexuada. A formação de novos polípeiros e o crescimento das colônias, assexuadamente, é muito irregular, variando muito a cada diferente colônia. Devido aos eventos estocásticos de recrutamento e desenvolvimento das colônias, apesar das diferenças encontradas serem significativas ($p < 0,05$), a média das três réplicas foi calculada para a montagem dos gráficos.

A introdução de substratos artificiais em ambientes aquáticos tem sido utilizada com êxito para o estudo de composição e estrutura de comunidades incrustantes. Esta técnica atualmente é utilizada principalmente em regiões marinhas, como no caso do trabalho de Nassar & Silva (1999), realizado na Ilha de Guaíba, Rio de Janeiro. Porém há trabalhos realizados utilizando substrato artificial em regiões estuarinas e dulcícolas em outras partes do mundo, como na Austrália (ANDERSON & UNDERWOOD, 1994; ANDERSON, 1999). Substratos artificiais têm a vantagem de permitir uma maior precisão dos dados, padronizando a área de amostragem e o tempo inicial do processo de colonização (CARVALHO & UIEDA, 2004). Porém, a utilização de substratos artificiais pode oferecer resultados não correspondentes com os reais, ficando difícil distinguir variações esperadas na pesquisa, com variações não intencionais (UIEDA, 1999).

Este é o primeiro trabalho que descreve o ciclo de vida da *Cordylophora caspia* na América do Sul. Os resultados correspondem aos encontrados em trabalhos

existentes sobre ciclo de vida da espécie (Roos, 1979); Morri, 1981), realizados na Europa, e de Jormalainen et. al. (1994), realizado no Mar Báltico.

4 CONCLUSÃO

Neste trabalho, a utilização de substrato artificial para estudo de aspectos do ciclo de vida da *Cordylophora caspia* mostrou-se eficiente. Os resultados obtidos podem melhorar o conhecimento sobre o ciclo de vida da espécie, sendo possível com isso, discutir mecanismos de dispersão, além de os resultados servirem como ferramentas importantes para prever as épocas mais adequadas de manutenção dos equipamentos de usinas hidrelétricas e servirem como base para posteriores estudos relacionados.

5 REFERÊNCIAS

ANDERSON M. J. ; UNDERWOOD A. J., 1994. Effects of substratum on the recruitment and development of an intertidal estuarine fouling assemblage. **Journal of experimental marine biology and ecology**. vol. 184, no2, pp. 217-236 (2 p.1/2)

ANDERSON, M. J., 1999. Effects of patch size on colonisation in estuaries: revisiting the species-area relationship. **Oecologia**, Vol. 118, no 1, pp. 87-98.

ARNDT, E.A., 1984. The ecological niche of *Cordylophora caspia* (Pallas, 1771). **Limnologica**, 15, 469-477

ARNDT, E.A., 1989. Ecological, physiological and historical aspects of brackish water fauna distribution. In Proceedings of the 23rd European Marine Biology Symposium, Swansea, 5-9 September 1988. **Reproduction, Genetics and Distribution of Marine Organisms**, (ed. J.S. Ryland & P.A. Tyler), p. 327-338. Denmark: Olsen & Olsen.

BELZ, C. E. 2006. **Análise de risco de bioinvasão por *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857): um modelo para a bacia do rio Iguaçú, Paraná. UFPR, 2006.** Tese (Doutorado) – Programa de Pós-graduação em Zoologia.Universidade Federal do Paraná.

BLEZARD, D.J.,1992. **Salinity as a refuge from predation in a nudibranch-hyroid relationship within the great bay estuary system.** thesis (Master). Submitted to the University of New Hampshire in partial fulfillment. B.A., University of New Hampshire.

CARLTON, J. T., 1999. The scale and ecological consequences of biological invasions in the World's oceans. O. T. Sandlund *et al* (eds.). **Invasive Species and Biodiversity Management**, 195-212.

CARVALHO, E.M.; UIEDA, V.S., 2004. Colonização por macroinvertebrados bentônicos em substrato artificial em um riacho da serra de Itatinga, São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**. 21 (2):287-293.

CORDERO, E.H. 1941. Observaciones Sobre Algunas Especies Sudamericanas del Genero Hydra. Hydra Y Cordylophora em el Uruguay. **An. Acad. Brás. Ciências**, 11: 335-400.

FOLINO, N. C. ; STOECKEL, J.; THORN, E.; PAGE, L., 2006. Effects of artificial filamentous substrate on zebra mussel (*Dreissena polymorpha*) settlement. **Biological Invasions**. Vol. 8, no. 1, pp 89-96.

FOLINO, N.C., 2000. **The freshwater expansion and classification of the colonial hydroid *Cordylophora* (Phylum Cnidaria, Class Hydrozoa).** In Pederson, Judith (ed.) *Marine Bioinvasions: Proceedings of the First National Conference*, January 24-27, 1999. Massachusetts Institute of Technology Sea Grant College Program, Cambridge MA. p. 139-144.

FOLINO-ROREM, N.C.; INDELICATO, J., 2005. **Controlling biofouling caused by the colonial hydroid *Cordylophora caspia*.** *Water Research* 39:2731-2737.

FULTON, C., 1961. **The development of *Cordylophora*.** In *The biology of Hydra and some other coelenterates* (ed. H.M. Lenhoff & W.F. Loomis), pp. 287-295. Miami Florida: University of Miami Press.

FULTON, C., 1962. Environmental factors influencing the growth of *Cordylophora*. *Journal of Experimental Zoology*, 151, 61-78.

GILI, J-M.; HUGHES, R.G., 1995. **The ecology of marine benthic hydroids.** *Oceanography and Marine Biology: an Annual Review*, 33, 351-426.

GROHMANN, P.A. BRUM, P.R, 2007. ***Cordylophora caspia* (HYDROZOA, ANTHOMEDUSAE, CLAVIDAE) em corpos d'água doce no Brasil: um caso de bioincrustação no sistema de resfriamento das turbinas da usina de funil, Itatiaia, RJ.** XII congresso latino-americano de ciências do mar - XII colacmar

HADDAD, M.A.; NAKATANI, K., 1996. **Primeiro registro de *Cordylophora caspia* (Pallas, 1771) (Cnidaria, Hydroida) em águas continentais brasileiras.** In XIV Congresso Brasileiro de Zoologia., SBZ, Porto Alegre, p.10.

HURLBERT, S.H.; VILLALOBOS-FIGUEROA, A. (Eds.) 1982. **Aquatic biota of México, Central America and West Indies.** Aquatic Biotic SDSU Fondation, San Diego. 529: 62-63

JORMALAINEN, V; HONKANEN, T; VUORISALO, T; LAIHONEN, P. 1994. *Helgoländer Meeresunters.* 48, 407-418.

KINNE, O., 1956. Ueber den Einfluss des Salzgehaltes und der Temperatur auf Wachstum, Form und Vermehrung bei dem Hydroidpolyphen *Cordylophora caspia* (Pallas), Athecata, Clavidae. I. Mitteilung über den Einfluss des Salzgehaltes auf Wachstum und Entwicklung mariner, brackischer und limnischer Organismen. *Zoologische Jahrbücher, Abteilung Allgemeine Zoologie und Physiologie* 66: 565-638.

KINNE, O., 1957. Ueber den Einfluss von Temperatur und Salzgehalt auf die Köpchenform des Brackwasserpolypen *Cordylophora*. **Verhandlungen der deutschen Zoologischen Gesellschaft** 20: 445-449.

LACTEC, 2008. Instituto de tecnologia Para o Desenvolvimento. **Espécies Invasoras da Bacia do Rio Iguaçu**. Projeto COPEL;ANEEL. Relatório Final.

LACTEC, 2007. **Monitoramento da qualidade da água e do ar para renovação das licenças de operação das Usinas Geradoras da COPEL**. Relatório anual do automonitoramento trimestral da qualidade das águas superficiais do rio Iguaçu, na região da usina hidrelétrica de Salto Caxias (PR) - Ciclo 2006-2007.

MACK, R.; SIMBERLOFF, D.; LONSDALE, M.W; EVANS, H.; CLOUT, M., BAZZAZ, F.A. (2000). Biotic invasions: causes, epidemiological, global consequences, and control. **Ecol. Appl.** 10 (3): 689-710.

MILLS, E. L.; LEACH, J. H.; CARLTON, J. T; SECOR, C. L., 1993. **Exotic Species in the Great Lakes: A History of Biotic Crises and Anthropogenic Introductions**. International Association Great Lakes Res., J. Great Lakes Res. 19(1):1-54.

MOORE, J., 1952. The Induction of Regeneration in the Hydroid *Cordylophora lacustris*. **J Exp. Biol.**, 29: 72-93

MORRI C., 1980. Alcune osservazioni sulle *Cordylophora italiane* (Cnidaria, Hydroida) // Atti V Conf. Gruppo "G.Gadio". – Varese, 1980. P. 151-170.

MORRI, C. 1981. **Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque lagunari e costiere italiane**. Consiglio Nazionale Delle Ricerche. AQ/1/94 – 6.

NASSAR, C. A. G.; SILVA, S. H. G, 1999. **Comunidade incrustante em quatro profundidades na Ilha Guaíba - Rio de Janeiro (Brasil)**. In: Silva, S.H.G. & Lavrado, H.P.. (Org.). **Oecologia Brasiliensis**. Rio de Janeiro: Programa de Pos graduação em Ecologia da UFRJ, v. 7, p. 195-211.

NEVES, C.S.; ROCHA, R.M., 2006. **Bioinvasão mediada por embarcações de recreio na Baía de Paranaguá, PR e suas implicações para a conservação**. 74 p. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação, Universidade Federal do Paraná.

O'NEILL, C. R. Jr., 1997. Economic Impact of Zebra Mussels – Results oh the 1995 National Zebra Mussel Information Clearinghouse Study. **Great Lakes Research Review**. Vol. 3, No. 1.

PHILLIPS, S.; DARLAND, T.; SYTSMA, M., 2005. Potential Economic Impacts of Zebra Mussels on the Hydropower Facilities in the Columbia River Basin. **Prepared for the Bonneville Power Administration by Pacific States Marine Fisheries Commission**. <http://www.psmfc.org/>.

RICCIARDI, A.; MACISAAC, M. J., 2000. Recent Mass Invasion of the North American Great Lakes by Ponto-Caspian species. *TREE* vol. 15.

ROCH, F., 1924. Experimentelle Untersuchungen an *Cordylophora caspia* (Pallas) (= *lacustris* Allman) über die Abhängigkeit ihrer geographischen Verbreitung und ihrer Wuchsformen von den physikalisch-chemischen Bedingungen des umgebenden Mediums. *Z Morph. Ökol. Tiere.*, 2:350-426.

ROOS, P. J. 1979. Two-stage life cycle of a *Cordylophora* population in the Netherlands. *Hydrobiologia*, Vol. 62, 3, pp. 231-239.

SILVEIRA, F.L.; BOSCOLO, H. K. 1996. **Primeira Ocorrência de *Cordylophora caspia* (Pallas, 1771) (Hydrozoa, Clavidae) para o estado de São Paulo.**

SMITH, D. G., WERLE, S. F.; KLEKOWSKI, E., 2002. The rapid colonization and emerging biology of *Cordylophora caspia* (Pallas, 1771) (Cnidaria: Clavidae) in the Connecticut River. *Journal of Freshwater Ecology* 17: 423-430.

UIEDA, V.S., 1999. Experimentos de manipulação de organismos aquáticos em riachos. **Perspectivas de Limnologia no Brasil**. São Luis, Gráfica e Editora União. pp 169-179.

WALTON, 1996. Occurrence of Zebra Mussel (*Dreissena polymorfa*) in The Oligohaline Hudson River, New York. *Estuaries*, Vol. 19, no. 3, pp 612-618.

ZAMPONI, M. O. 1991. Los Cnidaria de la republica Argentina. Castellanos, Z.A (eds.) **Fauna de Agua Dulce de la Republica Argentina**, V.7:20-21

