

KELLY FERREIRA COTTENS

**EFEITOS DA SALINIDADE SOBRE A SOBREVIVÊNCIA E SOBRE O
DESENVOLVIMENTO DAS LARVAS DE *Ucides cordatus* (LINNAEUS, 1763)
CULTIVADAS EM LABORATÓRIO.**

Monografia apresentada ao
Departamento de Zoologia, Setor de
Ciências Biológicas, Universidade
Federal do Paraná, como requisito
parcial para a obtenção do título de
Bacharel em Ciências Biológicas.

Orientador: Prof. Dr. Walter Boeger.

Co-Orientador: Prof. Dr. Antonio
Ostrensky Neto.

CURITIBA

2005

A lama chega até o meio da canela,
O mangue tá afundando e não nos dá mais trela.

Chico Science.

Agradecimentos

Ao professor Antonio Ostrensky pela oportunidade de aprendizagem, crescimento profissional e, principalmente, por sua amizade.

Ao professor Walter Boeger por mediar a inserção deste trabalho no contexto burocrático.

A equipe do GIA pelo esforço sobre humano nos meses de verão.

A minha mãe Neuza e ao meu filho Luan, por me incentivarem a transformar os sonhos em realidade.

Ao grande poeta do mangue Chico Science, pela trilha sonora inspiradora.

Aos brasileiros que com seu sacrifício, proporcionam a oportunidade de estudo a mim e a meus colegas universitários.

SUMÁRIO

1. Introdução	1
2. Revisão Bibliográfica	2
3. Objetivos	4
3.1. Objetivos específicos	4
4. Material e métodos	5
4.1. Mortalidade	5
4.2. Fototropismo.....	7
4.3. Análises dos dados	9
5. RESULTADOS	9
5.1. Mortalidade	9
5.2. Fototropismo.....	15
6. DISCUSSÃO	21
6.1. Mortalidade	21
6.2. Fototropismo.....	22
6.3. Implicações na metodologia de cultivo.....	23
7. Conclusão	24
8. Referências	25

RESUMO

A exploração excessiva e não planejada de recursos naturais pode tornar atividades econômicas inviáveis. Nas últimas décadas a espécie *Ucides cordatus*, também conhecida como “caranguejo do mangue” ou “uçá”, vem apresentando uma redução no tamanho médio dos indivíduos e das populações.

Com o objetivo de desenvolver técnicas auxiliares na preservação da espécie, o Grupo Integrado de Aqüicultura e Meio Ambiente - GIA, da Universidade Federal do Paraná, executa um projeto de produção de larvas em laboratório para repovoamento de manguezais no estado do Paraná.

Durante os meses de dezembro de 2004 a março de 2005, foram realizados cultivos em larga escala de larvas de *U. cordatus*. Esta espécie pode apresentar cinco ou seis estádios de zoéa, mais uma fase de megalopa. Estádios iniciais do desenvolvimento de *U. cordatus*, fazem parte do meroplâncton e é na fase de megalopa que ocorre o retorno ao hábitat parental.

As investigações acerca dos efeitos da salinidade no metabolismo larval, contaram com dois tipos de experimentos: Para determinar os valores de salinidade letal e crítica para as larvas de *U. cordatus*, foram realizados testes agudos. Estes testes quantificaram a mortalidade larval após o choque salino, que consistiu na transferência direta das larvas, cultivadas em salinidade 26, para as salinidades a serem testadas.

Os testes para avaliar o fototropismo, utilizaram uma estrutura especificamente desenvolvida para o experimento, que permitia a contagem do número de larvas que se deslocavam, verticalmente, na direção de uma fonte luminosa. A salinidade máxima testada foi de 35 e o intervalo de diluição fixado em 5, assim, as salinidades testadas foram de 35, 30, 25, 20, 15, 10, 5 e 0.

Nos testes agudos, o choque salino a 0, 5 e 10 comprometeu a capacidade de deslocamento das larvas e foi mais letal para as fases iniciais. Conseqüentemente, o fototropismo não ocorre em salinidades inferiores a 10.

As fases zoéa 1 e megalopa são mais resistentes à variação de salinidade. Este fato parece estar relacionado ao complexo mecanismo de dispersão larval, observado em diversas espécies de crustáceos cujos adultos habitam regiões de estuário.

A resposta ao estímulo luminoso é mais acentuada no estágio zoéa 1, as fases superiores do desenvolvimento (zoéa 6 e megalopa), apresentam menor atração pela luz. O hábito planctônico das larvas zoéas, justifica a atração pela luz (fototropismo positivo), a ocorrência do plâncton depende da intensidade luminosa e portanto restringe-se à camada sub-superficial de águas oceânicas, com maior produtividade primária.

A migração vertical pode determinar o sentido do deslocamento larval pois, durante as marés, o sentido do fluxo de água na superfície e fundo podem ser opostos. Nesses casos, a fototaxia positiva colabora para que as larvas sejam rapidamente exportadas do estuário e, a preferência por maiores profundidades, possibilita a reinvasão e o posterior assentamento aproveitando o fluxo da água durante os eventos de maré.

As salinidades mais favoráveis para o desenvolvimento larval das fases iniciais do caranguejo uçá, são aquelas iguais ou superiores a 30. A manutenção dos estádios de zoéa 6 e megalopa, em tanques de cultivo que simulam condições planctônicas, deve ser evitada. A liberação das larvas cultivadas na área escolhida para o repovoamento, deverá ser feita na fase de zoéa 6 tardia e megalopa recém mudada.

1. Introdução

Em tempos de desequilíbrio ecológico e aquecimento global, cada vez mais as atenções estão voltadas para o desenvolvimento de propostas alternativas que minimizem impactos ou acelerem o processo de recuperação de áreas degradadas.

Governos e cidadãos comuns já se dão conta dos limites do planeta, a Avaliação dos Ecossistemas do Milênio (ONU, 2005) levantou dados em 95 países sobre o estado de conservação de recursos renováveis e não renováveis. O relatório demonstra claramente a existência de graves problemas de manutenção dos estoques pesqueiros.

Muitas espécies de interesse econômico são sobre exploradas, não conseguindo mais atender as demandas de mercado. Essa pressão contínua e exagerada sobre os estoques naturais impossibilita o restabelecimento das populações e pode tornar atividades econômicas inviáveis.

Exemplo disso é o que acontece com a espécie *Ucides cordatus* (L. 1763), popularmente conhecida como “caranguejo do mangue” ou “uçá”. Habitante muito comum das regiões de manguezal, sua distribuição abrange toda a costa Atlântica Ocidental, desde a Flórida até Santa Catarina (COELHO & RAMOS, 1972).

O caranguejo é muito apreciado como alimento em todo o território nacional, em especial nos estados do Nordeste, onde ocupa especial destaque no menu de restaurantes, atrai turistas e é tema de manifestações culturais importantes, como o movimento protagonizado por Chico Science e sua Nação Zumbi, que popularizou a cultura dos “catadores” ou “homens-caranguejo”, chamando atenção para o modo de vida destas comunidades.

Na cidade de Fortaleza, por exemplo, criou-se a “quinta do caranguejo”, sendo que às quintas-feiras o caranguejo é iguaria obrigatória em praticamente todos os restaurantes e bares da orla litorânea.

Desde a última década, a redução do tamanho médio dos indivíduos e das populações naturais vem chamando atenção dos pesquisadores (BLANKENSTEYN, 1995; GONDIM & ARAÚJO, 1996). As causas dessa redução foram relacionadas a doenças que atacam indiscriminadamente os indivíduos jovens e adultos e ao enorme esforço de pesca exercido, preferencialmente, sobre os maiores indivíduos da população.

Devido à importância econômica de *U. cordatus*, o efeito mais direto da redução dos estoques naturais é a crise na chamada “indústria do caranguejo”. Tal crise atinge

vários níveis sociais incluindo o setor turístico e as vulneráveis populações tradicionais, que têm na cata do caranguejo uma fonte segura de renda, com demanda de mercado durante todo o ano.

Com o objetivo de desenvolver técnicas auxiliares na preservação da espécie, o Grupo Integrado de Aqüicultura e Meio Ambiente - GIA, da Universidade Federal do Paraná, executa um projeto de produção de larvas em laboratório para repovoamento de manguezais no estado do Paraná. As dificuldades metodológicas enfrentadas nesse processo fazem necessárias investigações mais apuradas acerca do comportamento e resposta larval às variáveis ambientais, como a salinidade tratada nesta monografia.

2. Revisão Bibliográfica

A vida nos manguezais é caracteristicamente muito abundante, fazendo deste um verdadeiro berçário natural para diversas espécies costeiras, incluindo aquelas de interesse comercial (ODUM & HEALD, 1972). As espécies residentes são aquelas que habitam os manguezais durante a maior parte de seu ciclo de vida, como os populares caranguejos.

Uma das técnicas de gerenciamento empregadas para uma exploração mais sustentada dos estoques de *U. cordatus* é o estabelecimento de um tamanho mínimo de captura. Tal estratégia está fundamentada na necessidade de se criar condições para que os indivíduos jovens atinjam a maturidade sexual, o que geralmente ocorre quando a largura da carapaça chega ao tamanho mínimo de 35,4 mm para os machos e de 37,2 mm para as fêmeas (MOTA ALVES, 1975).

Os adultos apresentam dimorfismo sexual evidente, os machos são em média maiores (ALCANTARA FILHO, 1978; COSTA 1979; BRANCO, 1993) e mais pesados que as fêmeas (NAKAMURA, 1979). O primeiro par de apêndices torácicos tem função de pinça (quelípodo) em ambos os sexos, sendo que nos machos adultos, um dos quelípodos é mais desenvolvido que o outro (SANTOS & MENDES, 1982).

O período de acasalamento, também chamado "andada", vai de outubro a dezembro (PINHEIRO & FISCARELLI, 2001). Após a cópula a fêmea armazena os espermatozóides em receptáculos seminais até a maturação dos óvulos (MOTA ALVES, 1975). Quando os ovócitos completam seu desenvolvimento, são fecundados, exteriorizados e incubados nos apêndices abdominais modificados das fêmeas.

O período de reprodução do caranguejo uçá e a permissão para a captura seletiva apenas de indivíduos machos, são também critérios utilizados pela legislação vigente como estratégias oficiais de proteção dos estoques (EMBRAPA MEIO-NORTE, 2003).

No final do desenvolvimento embrionário os ovos passam da cor roxa para uma cloração acinzentada, indicando que a eclosão está próxima. A liberação das larvas é facilitada por movimentos rápidos do abdômen na água. A primeira fase larval é denominada zoéa.

O ritmo de desova está relacionado com as fases da lua. Ocorre preferencialmente durante as marés de sizígia, nos meses de verão (FORWARD, 1974; PAULA, 1989), variando conforme a latitude, podendo compreender desde os meses de janeiro até maio, nos estados do Nordeste (COSTA, 1972), e de fevereiro a março, no estado de Santa Catarina (BRANCO, 1990).

O desenvolvimento inicial contará com estádios de vida planctônica, com seis fases de zoéa (RODRIGUES & HEBLING, 1989), sendo uma delas (zoéa 4) de ocorrência natural discutível (OSTRENSKY *et al.*, 1995; SILVA, 2002), além de uma fase de megalopa.

O mecanismo de dispersão larval ocorre através de fatores físicos como correntes e marés, que agem como agentes exportadores das larvas para fora dos manguezais parentais, evitando assim as limitações fisiológicas causadas principalmente pela salinidade (PAULA, 1989; PAULA *et al.*, 2000; QUEIROGA *et al.*, 1994; QUEIROGA, 1996).

As larvas zoéas, apresentam comportamento de fototropismo positivo e geotropismo negativo, sendo que tais respostas podem sofrer inversões ontogênicas. (FREIRE, 1997).

A estratégia de desenvolvimento larval em águas costeiras, com elevada salinidade e ricas em alimento, garante as necessidades metabólicas das fases planctônicas (ANGER *et al.*, 1990). Muitas outras espécies, cujos adultos são sésseis ou se estabelecem em território definido dentro do estuário, apresentam modelos semelhantes de desenvolvimento larval.

A exportação permite a formação de metapopulações meroplanctônicas, garante o fluxo gênico entre populações que, durante a fase adulta, tornam-se isoladas geograficamente (BOTSFORD *et al.*, 1994).

O recrutamento larval de *U. cordatus* ocorre na fase de megalopa, que representa um estágio superior de desenvolvimento, viabilizando o retorno ao ambiente estuarino. Os

estádios juvenis apresentam morfologia externa semelhante ao adulto, porém, com dimensões bastante reduzidas.

O tempo necessário para o completo desenvolvimento de *U. cordatus*, ou seja, quando a largura da carapaça atinge o tamanho comercial, foi estimado entre 6,3 e 11 anos (OSTRENSKY, *et al.*, 1995).

3. Objetivos

Avaliar de que forma a salinidade afeta a sobrevivência e o desenvolvimento larval de *U. cordatus*, subsidiando os esforços de repovoamento de larvas em área alteradas.

3.1. Objetivos específicos

- Avaliar as taxas de sobrevivência das larvas de caranguejo em diferentes salinidades.
- Avaliar os efeitos da variação da salinidade na capacidade de resposta larval a estímulos luminosos (fototropismo).
- Determinar as salinidades letais e críticas para os diferentes estádios larvais de *U. cordatus*

4. Material e métodos

Durante os meses de dezembro de 2004 a março de 2005, foram realizados cultivos em larga escala de larvas (larvicultura) de *U. cordatus*, no Laboratório de Pesquisas com Organismos Aquáticos (LAPOA) do Grupo Integrado de Aqüicultura (GIA), no Setor de Ciências agrárias (Campus I), da Universidade Federal do Paraná, na cidade de Curitiba, Brasil.

O processo teve início com a coleta de fêmeas ovígeras nos manguezais das cidades litorâneas paranaenses de Antonina, Paranaguá e Guaratuba. Essas fêmeas foram trazidas ao laboratório nos períodos que antecederiam a eclosão dos ovos, sendo mantidas e alimentadas seguindo metodologia descrita por SILVA (2002).

Após a eclosão, as larvas eram cultivadas em tanques de fibrocimento, numerados (T1, T2, T3, etc), com capacidade individual de 1.000 l. A alimentação e a densidade de cultivo também seguiram a metodologia proposta por SILVA (2002).

Os dados relativos a este projeto foram gerados por dois tipos de experimentos distintos, descritos a seguir.

4.1. Mortalidade

Para determinar os valores de salinidade letal e crítica para as larvas de *U. cordatus*, foram realizados testes agudos. Para a obtenção das salinidades testadas, utilizou-se a diluições de água do mar filtrada, com salinidade de 35 com água doce clorada. Esta última foi submetida a um processo de aeração durante o período mínimo de dois dias para eliminação total do cloro.

A salinidade máxima testada foi de 35, e o intervalo de diluição fixado em 5, assim as salinidades testadas foram de 35, 30, 25, 20, 15, 10, 5 e 0.

Cada solução foi acondicionada em copos plásticos brancos, com volume unitário de 200 ml, totalizando oito copos por experimento (Figura 1). Cada copo recebeu 20 larvas, sempre no mesmo estágio de desenvolvimento. A temperatura da solução do teste foi previamente ajustada àquelas mensuradas nos tanques de cultivo de onde as larvas foram coletadas.



Figura 1 - Copos plásticos com água do mar em diferentes salinidades

As observações para detecção do número de larvas mortas, foram feitas em intervalos de 5 minutos durante um período de uma hora. As larvas eram consideradas mortas quando não apresentavam nenhuma resposta a estímulos físicos realizados com o auxílio de uma pipeta de Pasteur.

Para determinação da salinidade crítica, utilizou-se como critério àquelas salinidades em que nem todas as larvas morriam no intervalo de uma hora, porém, apresentavam taxas elevadas de mortalidade neste período. As salinidades mais apropriadas para o desenvolvimento larval foram aquelas que não apresentaram mortalidade expressiva no período analisado.

Também foram analisados o comportamento e a sobrevivência das larvas durante choques salinos. Os choques consistiam simplesmente em retirar as larvas dos tanques de larvicultura (salinidade 26) e transferi-las diretamente para as unidades experimentais, nas diferentes salinidades testadas.

4.2. Fototropismo

O experimento testou as respostas das larvas cultivadas ao estímulo luminoso, após choque salino. A temperatura do teste foi sempre ajustada de acordo com a aferida no tanque de cultivo no momento de coleta das larvas, para se evitar qualquer possibilidade de ocorrência de choque térmico. A frequência de realização do teste foi diária e foram acompanhados todos os estádios larvais e as distintas fases de mudas.

Os testes para avaliar o fototropismo, utilizaram uma unidade experimental específica, desenvolvida pela equipe do GIA (Figura 2). A estrutura é constituída de dez tubos de vidro, com altura de 30 cm e volume individual de 400 ml. Os tubos são acoplados a uma base de madeira e a uma série de tubos de PVC, com altura de 15 cm, que exercem a função de impedir a penetração lateral da luz, assim sendo denominado de black-out, e uma tampa, que impedia a entrada de luz pela parte superior dos tubos.

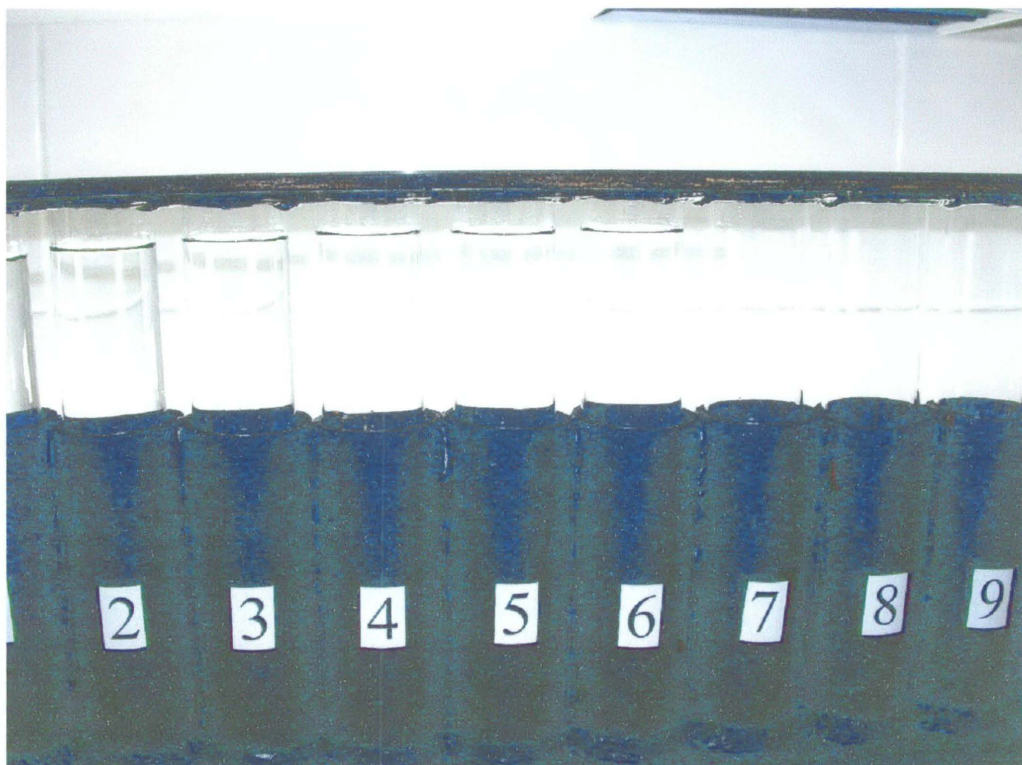


Figura 2 - Unidade experimental

A fonte luminosa utilizada foi uma lâmpada fluorescente que abrangia todo o comprimento linear do aparato experimental. Os experimentos foram realizados em uma

sala fechada, no intuito de eliminar fontes secundárias de luz, minimizando possíveis erros amostrais.

Para a realização do teste, cada tubo foi preenchido com solução de água do mar, com concentração salina decrescente a partir de 35, como descrito para o experimento de mortalidade.

As larvas eram coletadas nos tanques de cultivo com o auxílio de um becker e separadas em grupos de 20 indivíduos. O experimento foi realizado em duas fases. Na fase I, cada tubo recebia 20 larvas e o black-out era fixado na porção superior dos mesmos. A fonte de luz era então acesa e aguardava-se 10 minutos para que as larvas se concentrassem na porção inferior dos tubos (Figura 3).



Figura 3 - Fase I

Após a fase I, o black-out era baixado e a porção superior dos tubos exposta à luz. Como resposta ao estímulo luminoso, as larvas empreendiam uma subida na coluna d'água, através da natação ativa, com batimento dos apêndices torácicos. O número de larvas observado na porção superior dos tubos era anotado em uma planilha, em intervalos de cinco minutos até o tempo máximo de 20 minutos, totalizando assim, quatro observações.

4.3. Análises dos dados

Os dados foram anotados em planilhas para posterior tratamento estatístico com o programa Statistica 6.0®. Depois, foram submetidos a testes de normalidade de Kolmogorov Smirnov & Liliefors e Shapiro Wilks. As comparações entre variáveis dependentes e independentes foram feitas pelo método de Kruskal-Wallis.

5. RESULTADOS

5.1. Mortalidade

As salinidades abaixo de 10 mostraram-se críticas para as larvas de *U. cordatus* (Figura 4 e Figura 5), ocasionando a morte das larvas em menor tempo que em salinidades superiores.

Após o choque salino, as larvas iniciavam uma reação de perda gradativa da capacidade de coordenação e deslocamento. A natação normal se dá através do batimento ativo dos apêndices torácicos e o ângulo entre seus espinhos rostral e dorsal é mantido perpendicular ao fundo, orientado na mesma direção do deslocamento. Em condições normais, as larvas se mantêm na coluna d'água e raramente ficam no fundo.

No comportamento anômalo, a posição dos espinhos não é mantida, o movimento de ascensão na coluna d'água é seguido de um afundamento (com trajetória em espiral), até que o batimento dos apêndices não seja mais suficiente para sustentar o peso da larva. No fundo, muitas larvas continuam a girar, podendo ainda voltar à coluna d'água, alternando estes movimentos durante vários minutos e, somente quando todo movimento cessa, a larva é considerada morta.

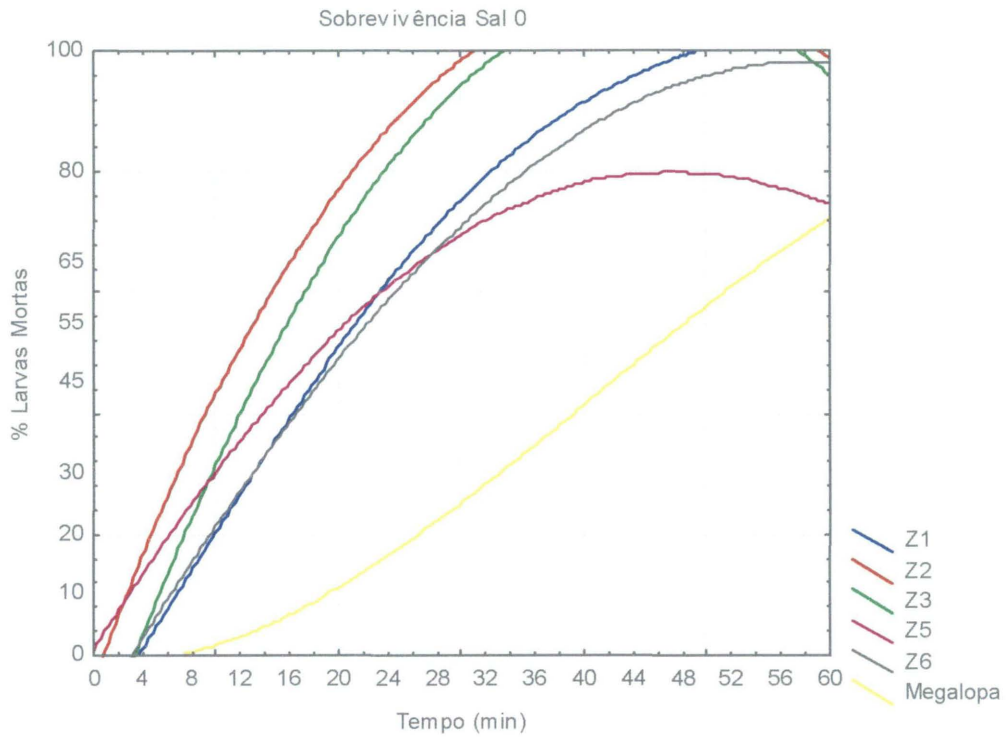


Figura 4 – Sobrevivência das larvas de *U. cordatus* na salinidade zero.

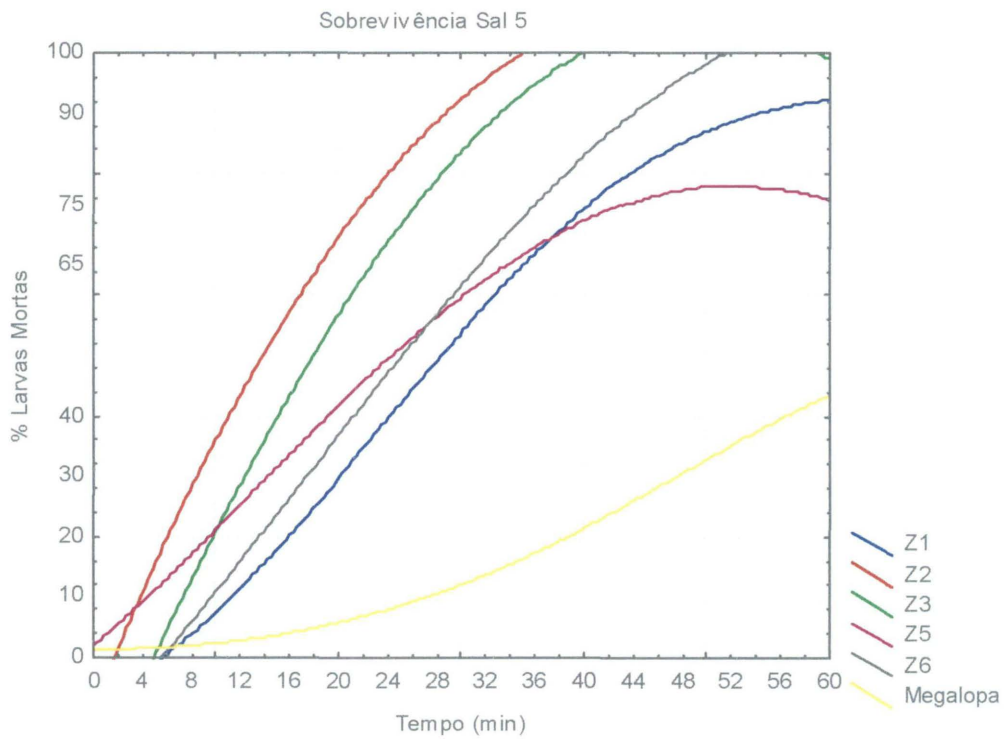


Figura 5 - Sobrevivência das larvas de *U. cordatus* na salinidade 5.

As salinidades entre 10 e 20 (Figura 6 a Figura 8) afetam menos o comportamento das larvas, sendo que as fases mais resistentes foram zoéa 1 e megalopa. Estas salinidades não ocasionaram a mortalidade total das larvas da unidade experimental, no tempo de duração do teste (60 minutos).

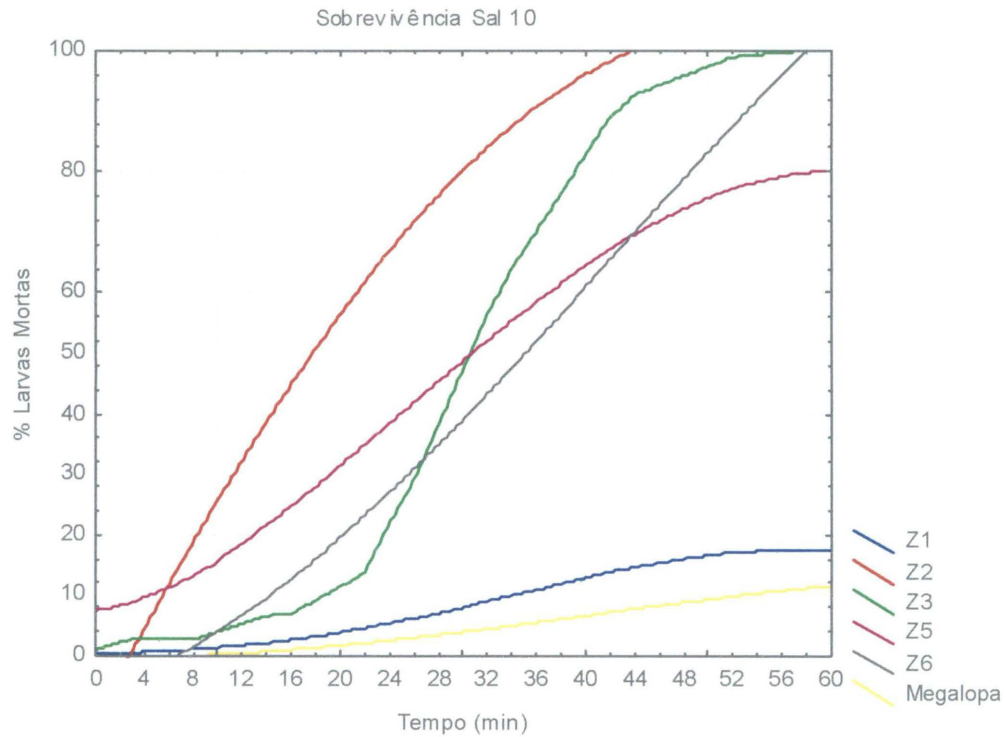


Figura 6 - Sobrevivência das larvas de *U. cordatus* na salinidade 10.

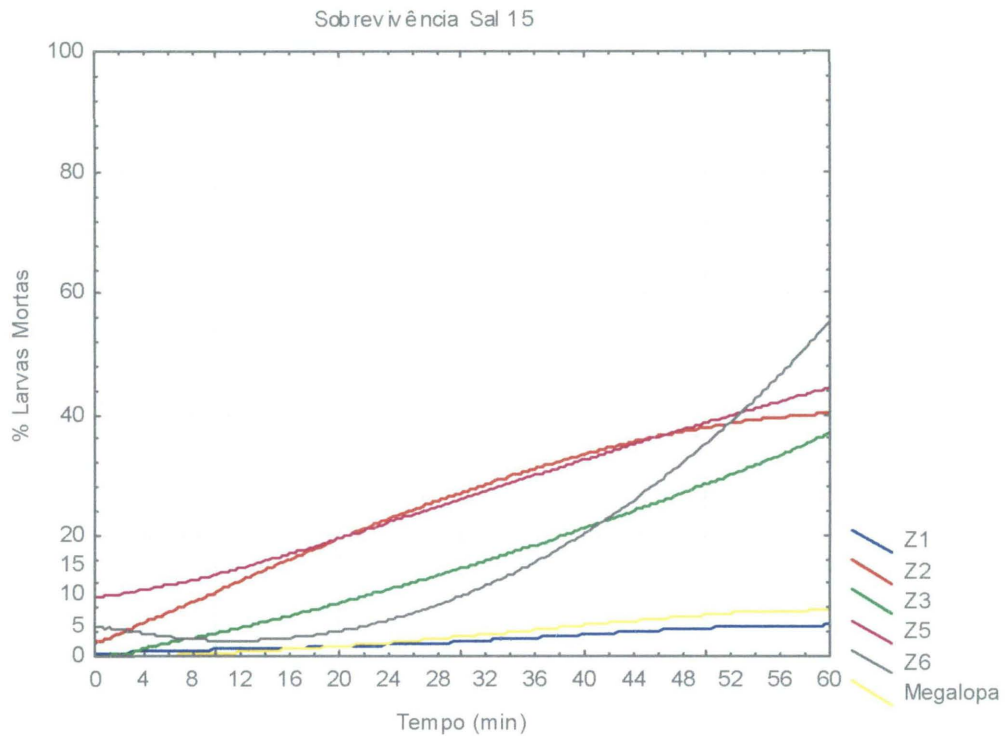


Figura 7 - Sobrevivência das larvas de *U. cordatus* na salinidade 15.

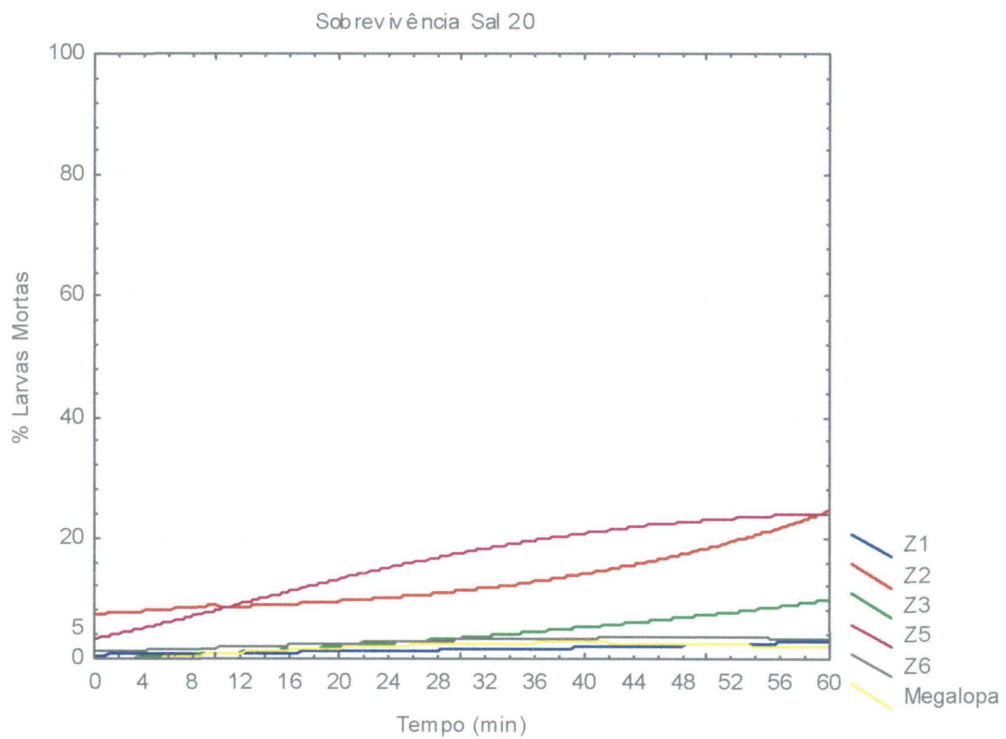


Figura 8 - Sobrevivência das larvas de *U. cordatus* na salinidade 20.

Em salinidades superiores a 25, jamais houve mortalidade de todas as larvas testadas. No entanto, constatou-se que em tais salinidades, houve uma maior mortalidade ($p > 0,05$) durante o estágio de zoéa 5 (Figura 9 a Figura 12).

As fases de zoéa são sempre ($p < 0,05$) mais sensíveis que a fase de megalopa (Figura 4 a Figura 11).

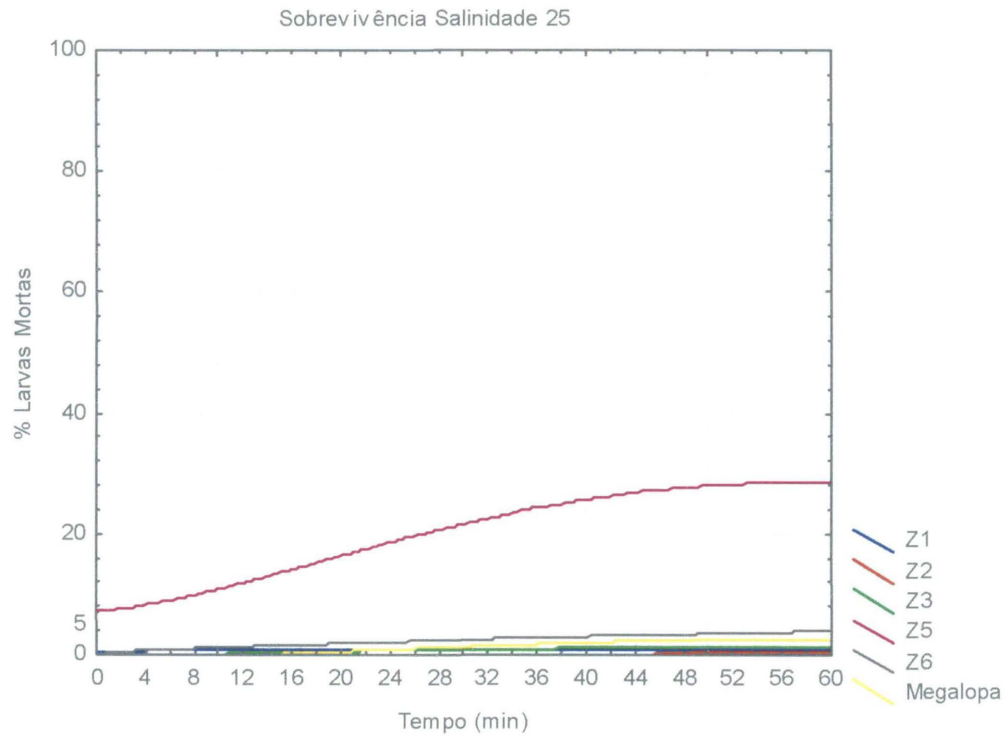


Figura 9 – Sobrevivência das larvas de *U. cordatus* na salinidade 25.

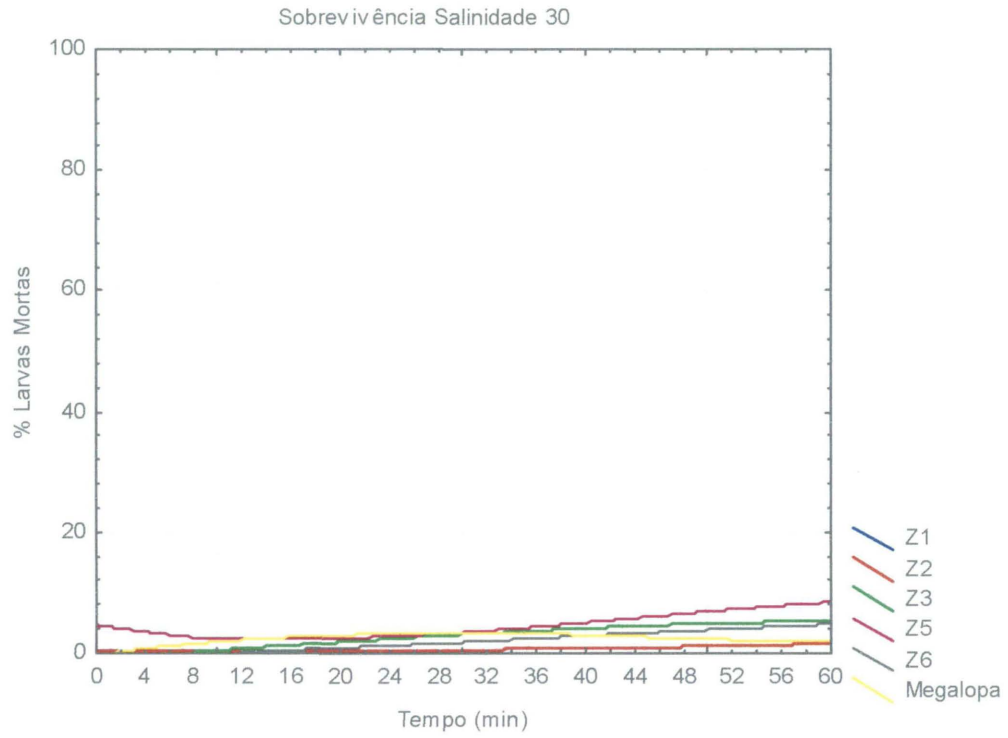


Figura 10 - Sobrevivência das larvas de *U. cordatus* na salinidade 30.

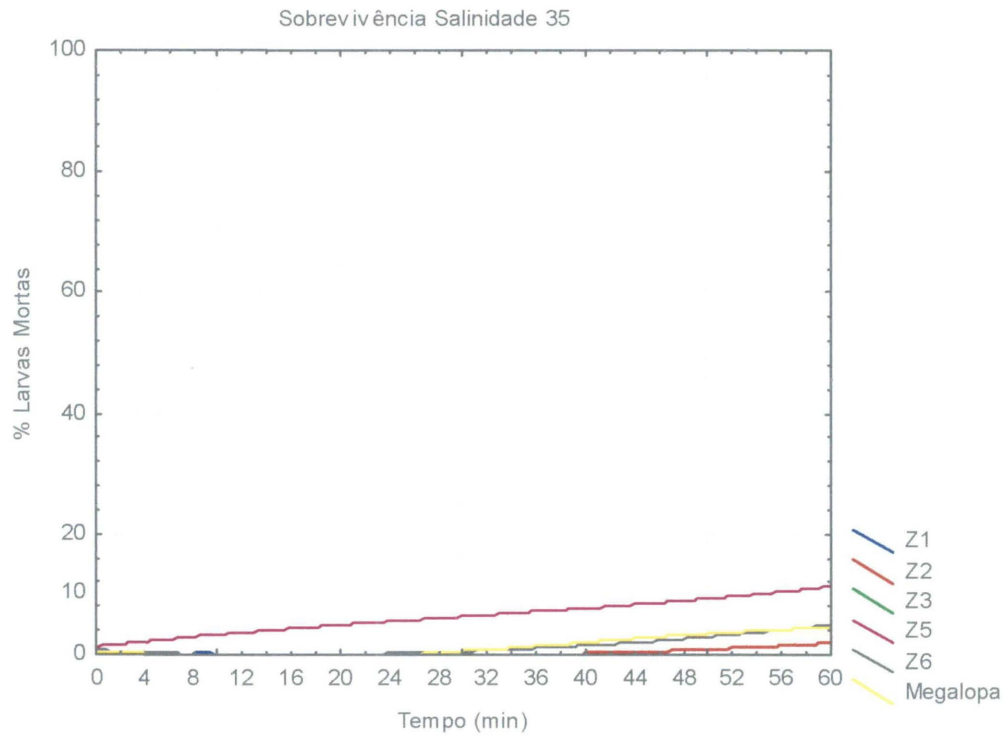


Figura 11 - Sobrevivência das larvas de *U. cordatus* na salinidade 35.

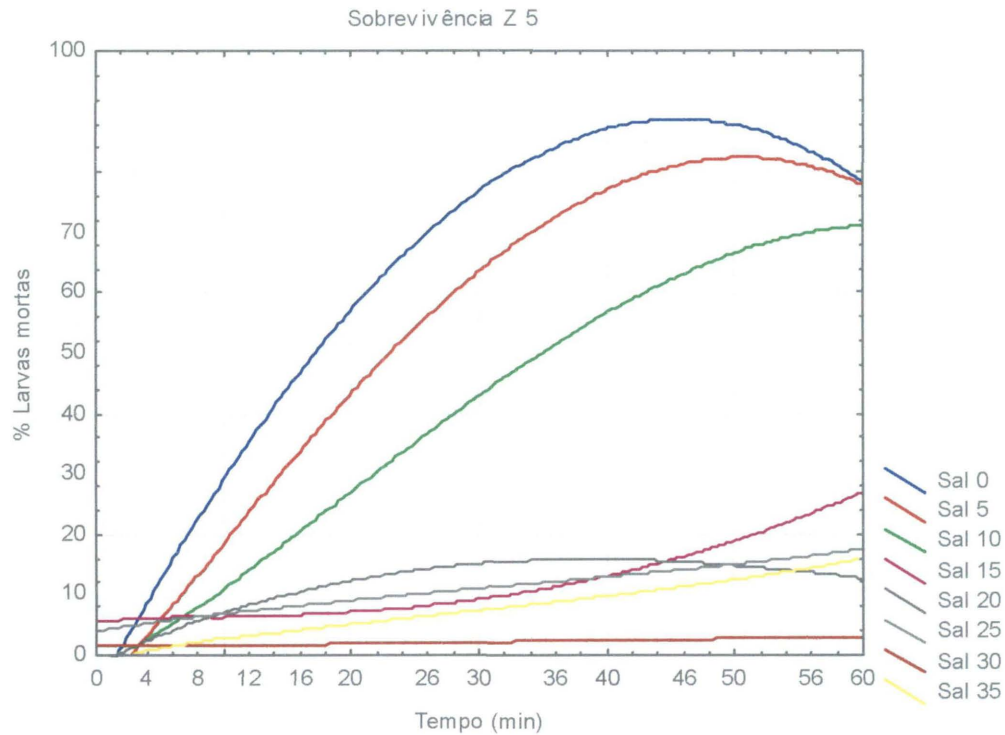


Figura 12 – Sobrevivência das larvas de *U. cordatus* à variação de salinidade, no estágio de Zoéa 5.

5.2. Fototropismo

Nas salinidades 0 e 5, a natação das larvas foi totalmente comprometida e, conseqüentemente, a resposta ao estímulo luminoso também. Na salinidade 10 (Figura 13), algumas larvas foram capazes de se deslocar e alcançar a parte superior do tubo, caracterizando a resposta positiva às condições experimentais.

Tais respostas foram mais intensas em salinidades superiores (Figura 14, Figura 15, Figura 18, Figura 19 e Figura 20). No caso das megalopa, somente após a salinidade 20 houve respostas mensuráveis à luz (Figura 17). Por outro lado, larvas no estágio de zoéa 1, apresentam maior tolerância à salinidades baixas, o que se reflete em uma maior capacidade de deslocamento (Figura 16).

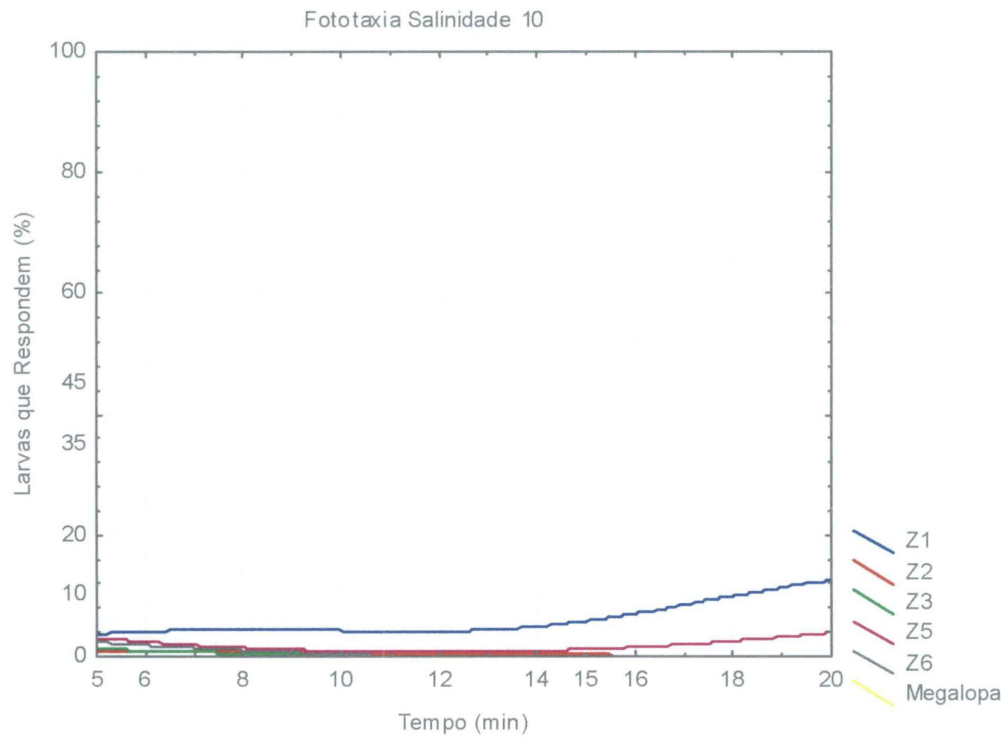


Figura 13 - Resposta das larvas de *U. cordatus* à luz na salinidade 10.

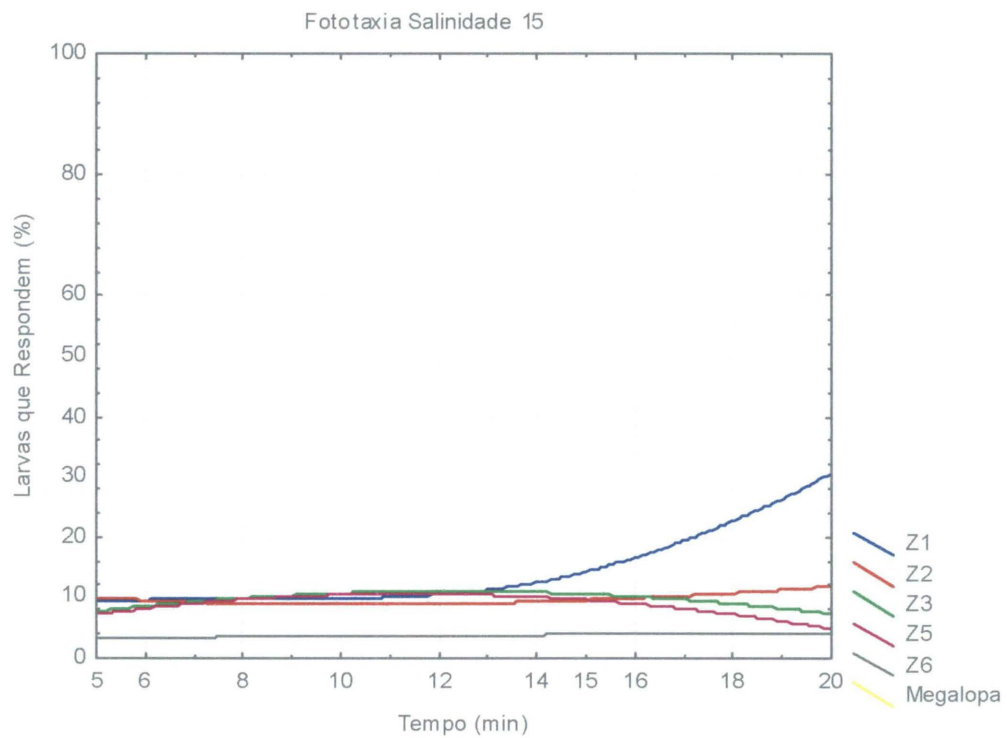


Figura 14 - Resposta das larvas de *U. cordatus* à luz na salinidade 15.

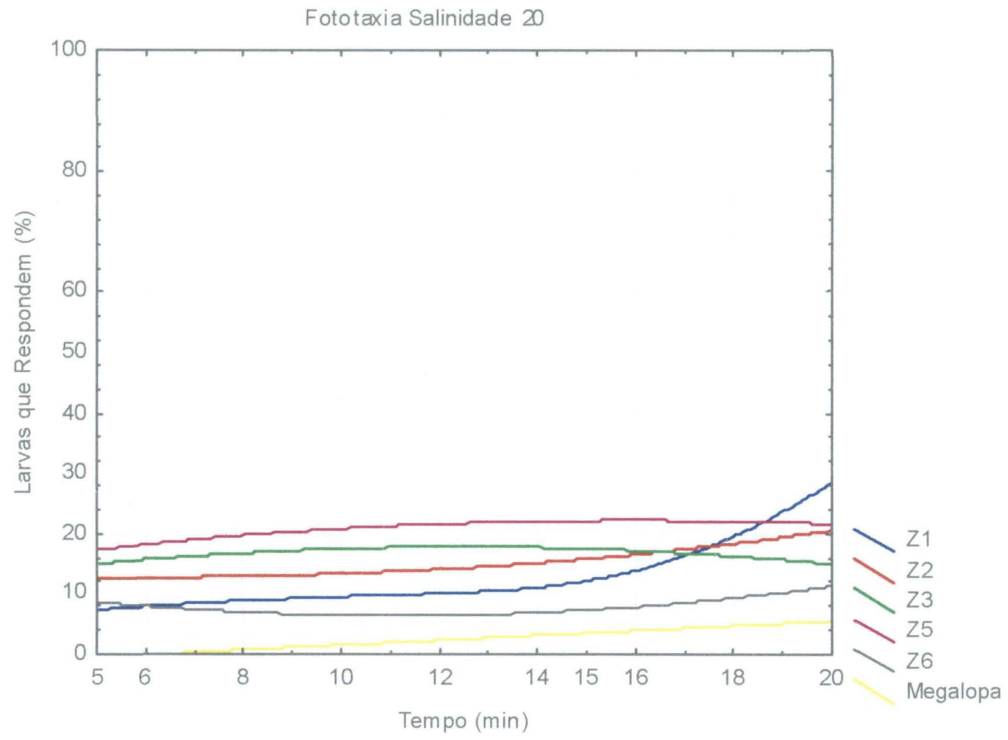


Figura 15 - Resposta das larvas de *U. cordatus* à luz na salinidade 20.

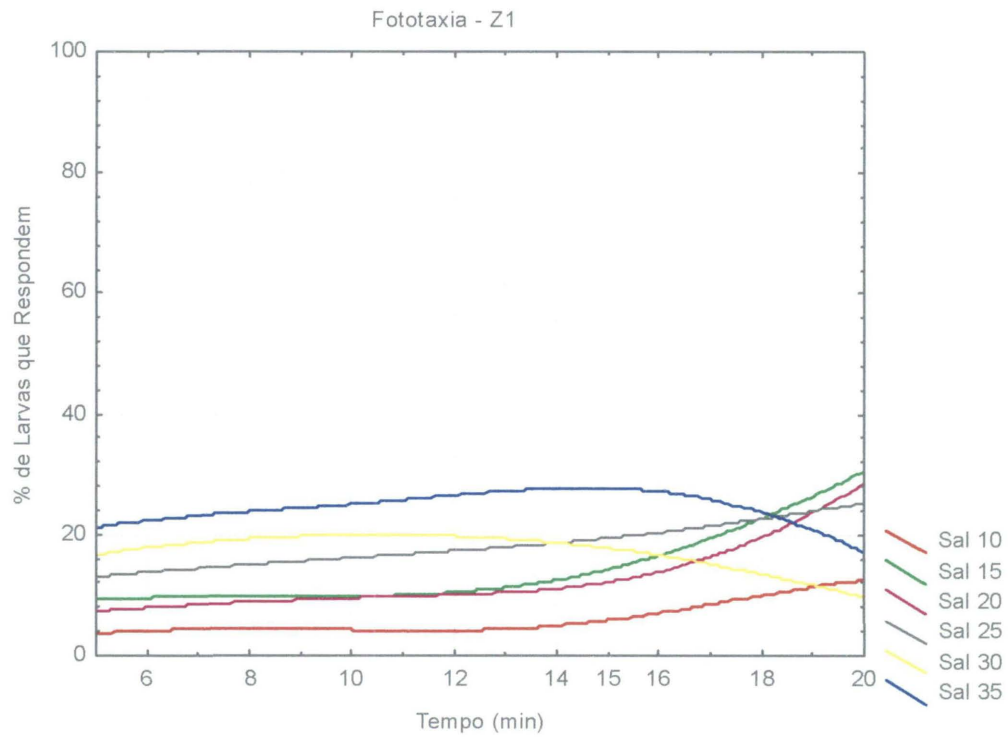


Figura 16 - Resposta à luz das larvas zoéa 1 de *U. cordatus*, em diferentes salinidades.

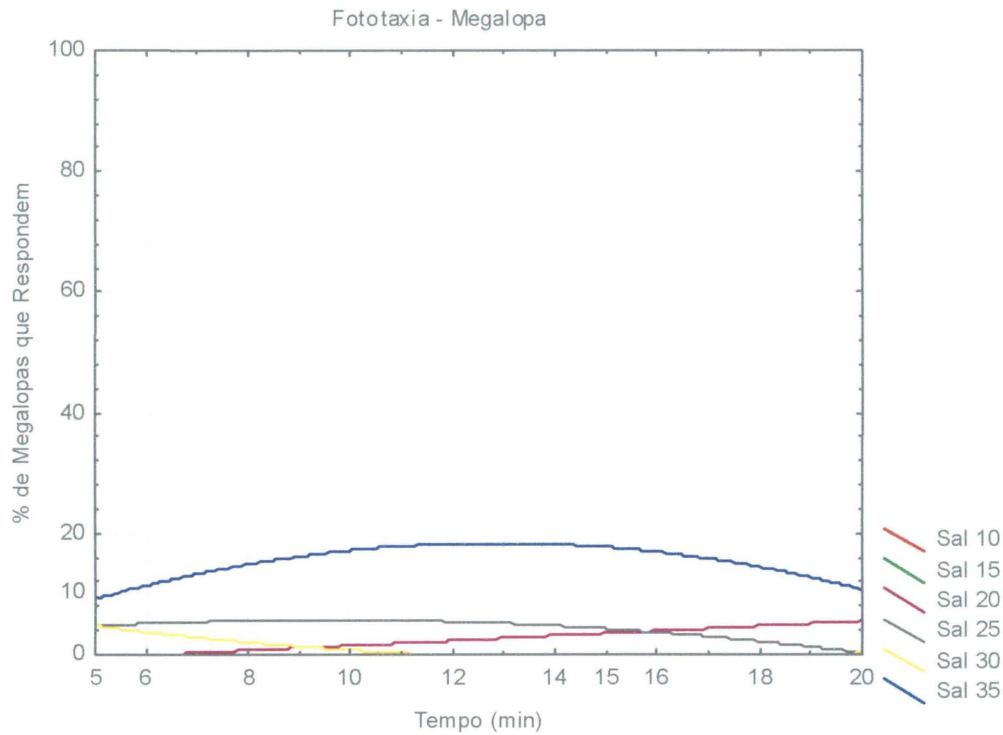


Figura 17 - Resposta à luz das larvas Megalopa de *U. cordatus*, em diferentes salinidades.

Os estádios de zoéa 1, 2, 3 e 5 apresentam a mesma capacidade de resposta a luz após o choque salino ($p < 0,05$) nas salinidades superiores a 10 (Figura 14, Figura 15, Figura 18, Figura 19 e Figura 20).

As respostas apresentadas por larvas em estágio de zoéa 6 (Figura 21) e de megalopa (Figura 17) podem ser agrupadas em uma outra categoria, uma vez que apresentaram menor atração à luz ($p < 0,05$). Todas as fases larvais responderam melhor aos testes realizados nas salinidades 25 e 35 (Figura 18 e Figura 20).

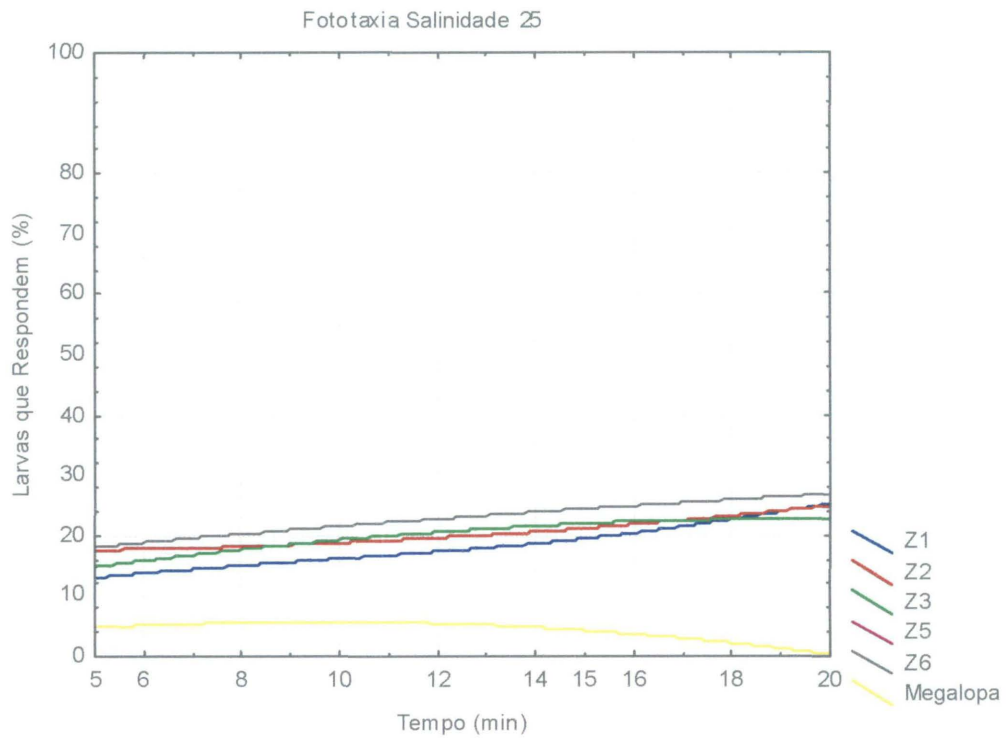


Figura 18 - Resposta de larvas de *U. cordatus* à luz na salinidade 25.

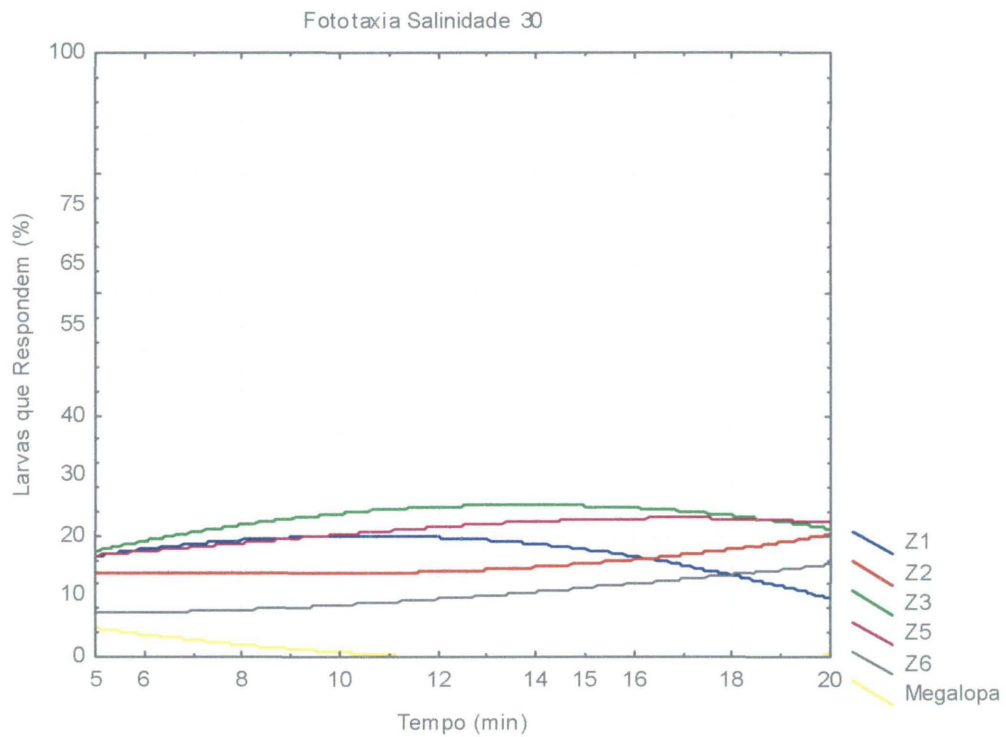


Figura 19 - Resposta de larvas de *U. cordatus* à luz na salinidade 30.

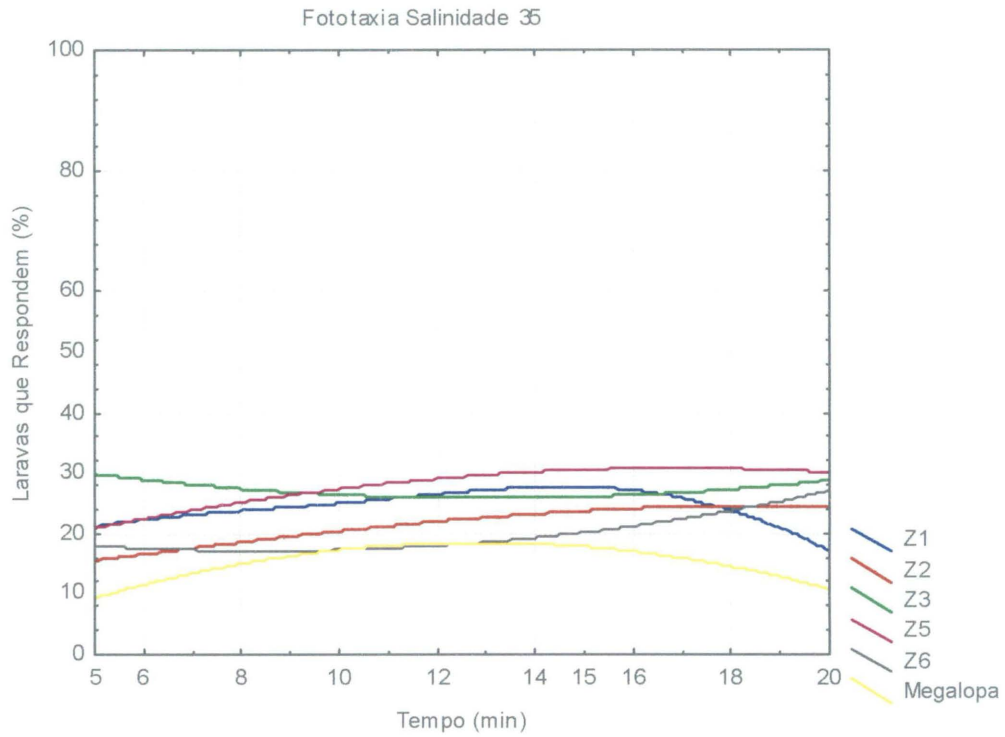


Figura 20 - Resposta de larvas de *U. cordatus* à luz na salinidade 35.

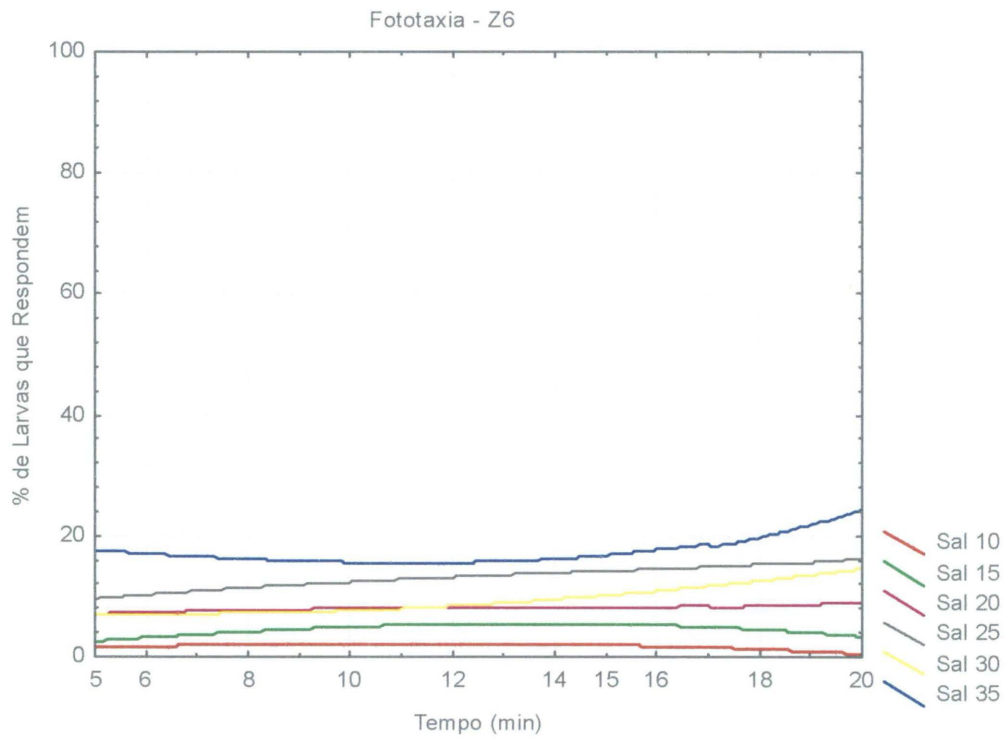


Figura 21 - Resposta de larvas de *U. cordatus* a luz do estágio de Zoéa 6 em diferentes salinidades.

6. DISCUSSÃO

6.1. Mortalidade

Nos testes agudos, o choque salino a 0, 5 e 10 comprometeu a capacidade de deslocamento das larvas e foi letal para as fases iniciais, no tempo de duração do teste (60 minutos). Experimentos realizados por Rodrigues (1989) mostraram que salinidades abaixo de 16 eram inviáveis para o desenvolvimento larval de *U. cordatus*.

A fase de megalopa é sempre mais resistente à variação de salinidade. Em concentrações salinas iguais ou superiores a 10, o estágio de zoéa 1 apresenta a mesma tolerância fisiológica da fase de megalopa. Este fato parece estar relacionado ao complexo mecanismo de dispersão larval observado em diversas espécies de crustáceos cujos adultos habitam regiões de estuário (PAULA, 1989; PAULA *et al.*, 2000; QUEIROGA *et al.*, 1994; QUEIROGA, 1996).

As larvas do caranguejo *Chasmagnathus granulata*, apresentam taxas metabólicas típicas de organismos marinhos, indicando a necessidade de exportação para a costa (ANGER *et al.*, 1990). Tais espécies, cujo mecanismo de regulação osmótica é pouco desenvolvido ou inexistente, são descritas como osmoconformadores. Elas tendem a acompanhar a variação da salinidade do ambiente e, se a alteração persistir, pode levá-las a morte. A dispersão permite a sobrevivência às limitações fisiológicas relacionadas principalmente a salinidade.

A maior resistência à salinidade, observada em Zoéa 1, permite maximizar a sobrevivência no momento da eclosão, quando as larvas são submetidas às condições do interior do estuário. Outra evidência do desenvolvimento fora do estuário é o grande número de fases larvais. Em *Sesarma sp.*, os adultos são semiterrestres e seu desenvolvimento conta com cinco fases larvais de natação livre que dependem da existência de habitats aquáticos com maior salinidade e disponibilidade de alimento. (ANGER *et al.*, 1990).

Para viabilizar o retorno ao ambiente estuarino (recrutamento), os estádios superiores apresentam mecanismo de osmorregulação mais eficiente, apresentando brânquias mais desenvolvidas (FREIRE, 1998). A fase de megalopa é mais tolerante à variação de salinidade, por já apresentar capacidade de osmorregulação, característica de juvenis e adultos.

A mortalidade observada no estágio de zoéa 5, em salinidades superiores a 25, deve estar relacionada a desvios gerados ao acaso, ou aos períodos de pré e pós-muda, quando as larvas apresentam uma sensibilidade maior às condições ambientais.

O tempo necessário para o completo desenvolvimento larval é bastante variável. Evidência disso é a ocorrência de estádios supranumerários ou de curta duração, como zoéa 4. A tolerância às baixas salinidades depende da fase de desenvolvimento larval e das características genóticas individuais.

Esta plasticidade ontogênica pode representar uma alternativa à dispersão larval, sendo possível o desenvolvimento integral ou parcial no interior do estuário. A retenção ou exportação será determinada pela interação entre a capacidade de locomoção das larvas, fatores ambientais e as características geográficas locais, assim a mesma espécie pode apresentar diferentes taxas de dispersão em diferentes contextos hidrográficos (BILTON *et al.*, 2002).

6.2. Fototropismo

Durante a realização dos experimentos com as fases iniciais do desenvolvimento do Caranguejo Uçá, pode-se observar o padrão da reação ao choque salino.

Conforme já foi descrito, a natação regular é rapidamente afetada pela variação abrupta da salinidade. A total perda da coordenação dos movimentos causada em salinidades próximas de zero impede a resposta positiva ao estímulo luminoso. Já nas salinidades 10 e 15, o comportamento é parcialmente afetado.

Nas unidades experimentais cuja salinidade era de 10 e 15, o estágio zoéa 1 apresentou o melhor desempenho no teste, este resultado deve estar relacionado à maior tolerância às baixas salinidades e à manutenção da capacidade natatória.

A migração vertical é comum nas espécies estuarinas planctônicas (SULKIN, 1984). A regulação da profundidade é capaz de determinar o sentido do deslocamento larval pois, durante as marés, o sentido do fluxo de água na superfície e fundo podem ser opostos. Nesses casos, a fototaxia positiva pode colaborar para que as larvas sejam rapidamente exportadas do estuário.

Outros mecanismos, tais como o ritmo de desova noturna ou pós-crepuscular, na preamar de sizígia, possibilitam o transporte passivo na água de superfície que se

desloca na direção do mar aberto e tendem a minimizar a predação (CHRISTY & STANCYK, 1982).

O hábito planctônico das larvas zoéas, justifica a atração pela luz (fototropismo positivo), a ocorrência do plâncton depende da intensidade luminosa e, portanto restringe-se à camada sub-superficial de águas oceânicas com maior produtividade primária (BARNES, 1988).

A fase de megalopa, só respondeu ao estímulo luminoso nas salinidades superiores a 20, o que mostra a correção de se realizar cultivos em larga escala nas salinidades superiores a essa. O padrão de resposta de zoéa 6 e megalopa, (com menor atração pela luz), evidencia a preferência por maiores profundidades, o que possibilitaria a reinvasão do estuário durante os eventos de maré e o posterior assentamento.

O estágio megalopa é o momento de transição para o modo de vida bentônico, quando o caranguejo passa a viver em tocas escavadas no sedimento e não mais apresenta o padrão de fototropismo positivo dos estádios de zoéa.

6.3. Implicações na metodologia de cultivo

A sobrevivência das larvas do caranguejo do mangue é intimamente relacionada com a salinidade. O sucesso do cultivo em laboratório depende da capacidade de simular, o mais próximo possível, as condições ambientais observadas na natureza. Assim, a sobrevivência dos estádios iniciais do desenvolvimento de *U. cordatus*, será maior em salinidades superiores a 30.

As necessidades ambientais variam no decorrer do desenvolvimento larval. As fases iniciais têm comportamento planctônico, necessitam de salinidade elevada, grande disponibilidade de alimento e temperatura mais estável. As fases de zoéa 6 e megalopa têm mais afinidade com o ambiente parental (estuários), onde estão sujeitas à salinidades mais baixas, temperaturas mais variáveis e podem interagir com o substrato.

A manutenção de zoéa 6 e megalopa, em tanques de cultivo que simulem condições ambientais planctônicas, deve ser evitada. Portanto, a liberação das larvas cultivadas na área escolhida para o repovoamento, deverá ser feita na fase de zoéa 6 tardia e megalopa recém mudada.

O repovoamento pode beneficiar áreas mais amplas do manguezal se a liberação for feita durante os eventos de maré enchente, assim as larvas serão mais bem

distribuídas no interior do estuário. As marés diurnas deverão ser evitadas para que as larvas não sofram forte pressão de predação. Esta forma de liberação também diminui a competição por substrato.

7. Conclusão

Larvas de *U. cordatus* apresentam maior tolerância às baixas salinidades durante os estádios de zoéa 1 e de megalopa. Provavelmente, estas são estratégias evolutivas necessárias para possibilitar, respectivamente, a saída das larvas dos ambientes estuarinos e a posterior recolonização desses ambientes, onde há uma constante variação de salinidade.

Os estádios iniciais do desenvolvimento larval, respondem com mais intensidade ao estímulo luminoso do que as fases mais avançadas. Na natureza, este é um comportamento importante para garantir que as larvas se desenvolvam em zonas com maior disponibilidade de alimentos.

As salinidades mais favoráveis para o desenvolvimento larval das fases iniciais do caranguejo uçá são aquelas próximas a 30.

8. Referências

- ALCANTARA FILHO, P. (1978). Contribuição para o conhecimento da Biologia e Ecologia do caranguejo-uçá – *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) Crustácea, Decapoda, Brachyura, no Manguezal do Rio Ceará (Brasil). *Arq. Ciên. Mar.*, Fortaleza, 18(1/2) 1-41.
- ANGER, K., MONTÚ, M., BAKER, C. & Fernandes, L. L., (1990). Larval development of *Uca thayeri* Rathbun, 1900 (Decapoda, Pycpodidea) reared in the laboratory. *Meeresforschung. Rep. Mar. Res.* 32: 276-294.
- BARNES, R. S., HUGHES, R. N., (1988) An Introduction to marine ecology, 332 pp. (43 – 75).
- BILTON, D. T., PAULA, J. & BISHOP, J. D. D. (2002). Dispersal, Genetic Differentiation and Speciation in Estuarine Organisms. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 55, 937 – 952.
- BLANKENSTEYN, A. (1995). Estado atual de conservação dos manguezais da Baía de Guaraqueçaba, com ênfase na área de proteção ambiental de Guaraqueçaba (APA). Convênio 12/94 SPVS – IBAMA (PNMA/UC), 1 -43p.
- BOTSFORD, L. W., MOLONEY, C. L., HASTINGS, A., LARGIER, J. L., POWELL, T. M., HIGGINS, K., & QUINN, J. F. (1994) The influence of spatially and temporally varying oceanographic conditions on meroplanktonic metapopulations. *Deep-sea Research II* 41 (1): 107 – 145.
- BRANCO, J. O. (1990). Aspectos ecológicos dos brachyura (Crustácea: Decapoda) no Manguezal do Itacorubi, SC – Brasil. *Revta bras. Zool.*, 7(1-2): 165-179.
- BRANCO, J.O. (1993). Aspectos Bioecológicos do Caranguejo *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (Crustácea, Decapoda) do Manguezal de Itacorubi, Santa Catarina, BR. *Arq. Biol. Technol.* 36(1): 133-148.

COELHO, P. A. & RAMOS, M. A., (1972). A constituição e a distribuição da fauna de decápodos do litoral da América do Sul, entre as latitudes 5°N e 39°S. *Trab. Oceanogr. Univ. Fed. Pernambuco.*, Recife, 13: 133-236.

COSTA, R. S. (1972) Físioecologia do Caranguejo-uçá *Ucides cordatus* (Linnaeus, 176. 3) – Crustáceo Decápode – do Nordeste Brasileiro. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, 121 pp.

COSTA, R. S. (1979) Bioecologia do Caranguejo-uçá, *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) Crustácea, Decapoda no nordeste brasileiro. *Bol. Cear. Agron. Fortaleza – Ceará*, 20:1 – 74.

CHRISTY, J. H. & STANNYK, S. E. (1982) Timing of larval production and flux of invertebrate larvae in a well-mixed estuary. In *Estuarine comparisons* (Kennedy, V. S., ed.). Academic Press, San Diego, CA, pp. 489-503.

EMBRAPA MEIO-NORTE, Ministério do Meio Ambiente, Parnaíba (2003). Sustentabilidade da Pesca do Caranguejo-uçá, *Ucides cordatus cordatus*, nos estados do Piauí e Maranhão: Uma visão da cadeia produtiva do caranguejo a partir de Fóruns Participativos de Discussão.

FORWARD, R. B. (1974) Negative photaxis in crustacean larvae: possible functional significance. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 16, 11 – 17.

FREIRE, A. S. (1998) Dispersão Larval do caranguejo do mangue *Ucides cordatus* (L. 1763) em manguezais da Baía de Paranaguá, Paraná. Tese de doutorado apresentada ao Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo.

GONDIM, C. J. E. & ARAÚJO, F. B. (1996) Redução dos tamanhos dos caranguejos (*Ucides cordatus*, L.) capturados nos manguezais de Maracanã, zona do salgado Paraense. 3° Congresso de Ecologia do Brasil. Universidade de Brasília, P. 260.

HOLTHULS, L. B. (1959) The Crustacea Decapoda of Suriname (Dutch Guiana). *Zool. Verhandl.*, Lelden, (44): 1 – 296, 16 t.

- LACERDA, L. D. (1984). Manguezais, Florestas de beira mar. *Ciência Hoje*, 3(13): 62-70.
- MOTA ALVES, M. I. (1975) Sobre a Reprodução do Caranguejo-uçá, *Ucides cordatus* (Linnaeus), em Mangues do Estado do Ceará (Brasil). *Arq. Ciên. Mar., Fortaleza*, 15(2) 85-91. Nacional, São Paulo, 571 pp.
- NAKAMURA, I. T., (1979). Sobre a fenologia de *Ucides cordatus* (LINNAEUS, 1763) Crustácea – Brachyura, da baía de Paranaguá. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Paraná, 71 p.
- ODUM, W. E. & HEALD, E. J., (1972). Trophic analysis of an estuarine mangrov community. *Bull. Mar. Sci.* 57: 753-780.
- OMORI, M. & IKEDA, T., (1984). *Methods in Marine zooplankton ecology*. John Wiley, New York, 332 p.
- OSTRENSKY, A.; STERNHAIN, U. S.; BRUN, E.; WEGBERCHER, F. X. & PESTANA, D. (1995). Análise da viabilidade técnico-econômica dos cultivos do caranguejo-uçá *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) no litoral Paranaense. *Arq. Biol. Tecnol.* 38(3): 939-947.
- PAULA, J. (1989) Rhythms of larval release of decapod crustaceans in the Mira Estuary, Portugal. *Marine Biology* 100, 309 – 312.
- PAULA, J. (1998) Larval retention and dynamics of prawns *Palaemon longirostris* H. Milne Edwards and *Crangon crangon* Linnaeus (Decapoda, Caridae) in the Mira estuary, Portugal. *Invertebrate Reproduction and Development* 33, 221 – 228.
- PINHEIRO, M.A.A. e FISCARELLI, A. G. (2001) Manual de Apoio à Fiscalização do Caranguejo-uçá (*Ucides cordatus*), IBAMA, CEPESUL, Itajaí(SC).
- QUEIROGA, H. (1996) Distribution and drift of the crab *Carcinus maenas* (L.) (Decapoda, Portunidae) larvae over the continental shelf off northern Portugal in April 1991. *Journal of Plankton Research* 18, 1981 – 2000.

QUEIROGA, H., COSTLOW, J. D. Jr. & MOREIRA, M. H. (1994) Larval abundance patterns of *Carcinus maenas* (Decapoda, Portunidae) in Canal de Mira (Ria de Aveiro, Portugal). *Marine Ecology Progress Series* 111, 63 – 72.

RODRIGUES, M. D. & HEBLING, N. J., (1989). *Ucides cordatus cordatus* (L., 1763) (Crustácea, Decapoda) Complete larval development under laboratory conditions and its systematic position. *Revta. Bras. Zool.*, 6(1): 147-166.

SANTOS, M. C.; MENDES, E. G. (1982) Estudos Biométricos e Vantagens Biomecânicas nas Quelas Dimórficas do Caranguejo de Mangue *Ucides cordatus*. *Boletim de Fisiologia Animal, Universidade de São Paulo*, 6: 143-150, 1982.

SILVA, U. T. (2002) Cultivos Experimentais de Caranguejo Uçá *Ucides cordatus* (LINNAEUS, 1763). Dissertação de Mestrado no curso de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, da Universidade Federal do Paraná.

SILVEIRA, J. D. (1964). O litoral e o Atlântico Sul. In *Brasil, a terra e o homem. I. As bases físicas* (Azevedo, A., ed.) Companhia Editoria

SULKIN, S. D. (1984) Review: Behavioral basis of depth regulation in the larvae of brachyuran crabs. *Marine Ecology Progress Series* 15, 181 – 205.

WOLF, P. (1974) On the retention of marine larvae in estuaries. *Thalassia Jugoslavica*, 10 (1/2): 415 – 424.