



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ

CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS



DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA DE AMBIENTES AQUÁTICOS

CONTINENTAIS – PEA/DBI – NUPELIA/CCB

**EFEITOS DA HETEROGENEIDADE ESPACIAL SOBRE A PREDÇÃO E O
USO DO HÁBITAT DE PEIXES INVERTÍVOROS EM MICRO-ESCALA
ESPACIAL**

ANDRÉ ANDRIAN PADIAL

**Fevereiro de 2007
Maringá-PR**

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

ANDRÉ ANDRIAN PADIAL

**EFEITOS DA HETEROGENEIDADE ESPACIAL SOBRE A PREDÇÃO E O
USO DO HÁBITAT DE PEIXES INVERTÍVOROS EM MICRO-ESCALA
ESPACIAL**

Dissertação apresentada ao programa de pós-graduação em ambientes aquáticos continentais do Departamento de Biologia da Universidade Estadual de Maringá (UEM) como requisito para a obtenção do título de mestre em Ecologia.

Orientador: Prof. Dr. Sidinei Magela Thomaz

Co-orientador: Prof. Dr. Angelo Antônio Agostinho

Maringá, 28 de fevereiro de 2007.

"Toda ciência, comparada com a realidade,

é primitiva e infantil – e, no entanto, é a

coisa mais preciosa que temos." Albert

Eisten (1879 - 1955)

Dedico esse trabalho aos meus pais,

Izabel e José Carlos e aos meus

irmãos Deivys, Lucas e Milena.

Agradecimentos

Ao professor e grande amigo Dr. Sidinei Magela Thomaz, pela orientação, apoio e companheirismo.

Ao professor Dr. Angelo Antônio Agostinho, pela co-orientação e amizade.

A Prof. Dr. Izabel de Fátima Andrian, por me colocar no mundo, pelo incentivo, pela dedicação e pelas preciosas sugestões nesse trabalho.

Aos meus familiares, por todo o apoio e dedicação.

Aos grandes amigos Josi, Priscilla, Solana, Roberta e Fernando, pela ajuda na realização do experimento e pelas risadas nos trabalhos de campo.

Aos amigos do laboratório Heloísa, Kelly, Natália, Bia, Priscila Oliveira, Dú, Solange, Wilson e Rodrigo, pelo companheirismo e conversas no convívio do laboratório.

À minha princesa Talge, pelo incentivo e amor.

Ao programa de pós-graduação em ecologia de ambientes aquáticos continentais/PEA.

Ao Núcleo de Pesquisas em Limnologia, Ictiologia e Aqüicultura/Nupélia, pela oportunidade de trabalho e apoio logístico.

À CAPES pela concessão de uma bolsa de estudos durante o período do curso de mestrado.

Ao CNPq pela concessão do *grant* para o professor Dr. Sidinei Magela Thomaz, o que permitiu a realização dos trabalhos em campo.

Aos funcionários da base avançada de Pesquisa em Porto Rico, Sebastião e Alfredo, pelo apoio nos trabalhos em campo.

Aos alunos e funcionários do laboratório de aquíicultura, pela ajuda na realização do experimento.

Aos colegas de curso, especialmente aos amigos Renatão, João Paulo, Carlinhos, Luciano e Ciro, pelo companheirismo e apoio.

Ao amigo de infância Doidão, pelo apoio durante o curso.

À Debora, pelo companheirismo, pelo incentivo, pela dedicação e pela ajuda.

Aos demais amigos que me acompanharam durante o curso.

Aos demais professores e funcionários da Universidade Estadual de Maringá.

SUMÁRIO

<i>1. RESUMO</i>	07
<i>2. INTRODUÇÃO</i>	09
<i>3. MÉTODOS</i>	14
<i>3.1. Delineamento experimental</i>	14
<i>3.2. Análise da predação</i>	18
<i>3.3. Análise do comportamento</i>	18
<i>3.4. Análise dos dados</i>	20
<i>4. RESULTADOS</i>	22
<i>5. DISCUSSÃO</i>	27
<i>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</i>	33
<i>7. ANEXO</i>	42

1. RESUMO

As macrófitas aquáticas têm papel fundamental na estruturação dos ambientes aquáticos e no aumento da heterogeneidade ambiental. Muitos autores sugerem que, entre outras interações, as interações tróficas aquáticas são especialmente mediadas pelas macrófitas aquáticas. Porém, as interações tróficas e suas implicações nos habitats vegetados dependem da heterogeneidade espacial proporcionada pelas macrófitas aquáticas. O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da heterogeneidade espacial promovida pelas raízes de *Eichhornia azurea* sobre a predação e o uso do habitat do peixe invertívoro *Moenkhausia sanctaefilomenae*. As hipóteses testadas foram que (i) a alta heterogeneidade espacial protege invertebrados contra a predação de *Moenkhausia sanctaefilomenae*, diminuindo sua eficiência de predação; (ii) espécies de presas distintas são diferentemente protegidas pelo refúgio oferecido pelas raízes e (iii) o padrão de uso do habitat por *M. sanctaefilomenae* é afetado pela heterogeneidade espacial promovida pela trama de raízes de *Eichhornia azurea*. Para alcançar tal objetivo foram realizados experimentos em aquários de vinte litros nos quais os invertebrados (*Cypricercus* sp. – Ostracoda, e *Chironomus* sp. – Chironomidae) foram expostos à predação de *M. sanctaefilomenae* durante quatro horas, sob três níveis de complexidade espacial (alta complexidade, baixa complexidade e complexidade nula), alcançados pela manipulação da trama de raízes de *E. azurea*. A predação foi avaliada pela diferença entre o número de invertebrados nos aquários antes e depois da exposição aos peixes. Diferenças na porcentagem de predação entre os diferentes níveis de complexidade e grupos de presa foram testadas através de uma ANOVA bi-fatorial. Análises de regressão foram realizadas com o intuito de verificar possíveis relações significativas entre a porcentagem de predação e a taxa D , que indica o quanto o peixe é capaz de explorar o ambiente vegetado. O comportamento dos peixes foi analisado por videografia. A estadia próxima às macrófitas e a movimentação dos peixes foram quantificadas e comparadas entre os tratamentos também através de uma ANOVA. Os resultados da ANOVA mostraram que alta heterogeneidade espacial diminui significativamente as taxas de predação de *M. sanctaefilomenae*. Foram observadas relações significativas entre as porcentagens de predação e a taxa D , para ambos os grupos de presa. Esses resultados evidenciam efeitos positivos da heterogeneidade espacial das raízes sobre a proteção dos invertebrados. Adicionalmente, as análises mostraram os dois grupos de presas são similarmente protegidas pelas raízes de *E.*

azurea. A análise do comportamento dos peixes revelou que a estruturação proporcionada pela macrófitas aquáticas altera substancialmente o uso do hábitat. O conjunto de dados mostra que os peixes permanecem na região superior do aquário, dominada por macrófitas em alta densidade e complexidade. Nos aquários com pouca heterogeneidade espacial e com heterogeneidade espacial nula, os peixes tenderam a ficar na região inferior do aquário. A natação dos peixes também foi altamente influenciada pelas macrófitas aquáticas. Na presença de plantas aquáticas, mesmo que em baixa complexidade e densidade, houve maior porcentagem de peixes parados. Em suma, os resultados corroboram a hipótese de que a heterogeneidade espacial proporcionada pelas raízes de *E. azurea* altera significativamente a predação e o uso do hábitat de *M. sanctaefilomenae*.

Palavras-chave: Heterogeneidade espacial, *Eichhornia azurea*, *Moenkhausia sanctaefilomenae*, invertebrados, interações tróficas, uso do hábitat.

2. INTRODUÇÃO

As macrófitas aquáticas têm papel fundamental na estruturação dos ambientes aquáticos e no aumento da heterogeneidade espacial dos habitats (GRENOUILLET; PONT, 2001; HENRY; COSTA, 2003; PELICICE; AGOSTINHO; THOMAZ, 2005). Habitats aquáticos com maior heterogeneidade espacial promovem refúgio contra predadores e substratos adequados para a desova e forrageamento, suportando mais indivíduos e espécies de peixes e invertebrados (DOWNING, 1991; DIBBLE; KILLGORE; HARREL, 1996B; LOMBARDO, 1997; AGOSTINHO; GOMES; JULIO JR, 2003; LANSAC-TÔHA; VELHO; BONECKER, 2003; PELICICE; AGOSTINHO; THOMAZ, 2005). Muitos autores sugerem que as interações tróficas aquáticas são mediadas pelas macrófitas aquáticas (ver SAVINO; STEIN, 1982; DIEHL, 1988; DIEHL; EKLÖV, 1995; PERSSON; EKLÖV, 1995; DIBBLE; KILLGORE; HARREL, 1996B; VAN DEN BERG; COOPS; NOORDHUIS; VAN SCHIE; SIMONS, 1997; LOMBARDO, 1997; JACOBSEN; BERG, 1998; NYSTRÖM; PÉREZ, 1998; PERROW; JOWITT; STANSFIELD; PHILLIPS, 1999; PRIYADARSHANA; ASAEDA; MANATUNGE, 2001; AGOSTINHO; GOMES; JULIO JR, 2003; RANTALA; ILMONEN; KOSKIMÄKI; SUHONEN; TYNKKYNEN, 2004; SNICKARS; SANDSTRÖM; MATTILA, 2004; WEBSTER; HART, 2004; PELICICE; AGOSTINHO, 2006). O papel da predação sobre a diversidade e os padrões de abundância de organismos aquáticos tem sido demonstrado experimentalmente há várias décadas (por exemplo, PAINE, 1966; OKADA ET AL., 2003). Trabalhos realizados ainda no início dos anos 80 também demonstraram, de forma mais específica, que a intensidade da predação diminui com o aumento da densidade de plantas submersas (KIKUCHI, 1980; HECK; THOMAN, 1981). Adicionalmente, a redução da competição também foi demonstrada, o que permite a coexistência de maior número de espécies (PELICICE; AGOSTINHO, 2006).

Peixes zooplancívoros e insetívoros, quando expostos à pressão de predação por piscívoros, tendem a procurar habitats protegidos, como o interior de bancos de macrófitas aquáticas (AGOSTINHO; GOMES; JULIO JR, 2003; SNICKARS; SANDSTRÖM; MATTILA, 2004). Para os peixes predadores de invertebrados o uso deste local pode significar a busca de refúgio contra predadores em habitats com baixa eficiência no forrageamento (DIEHL; EKLÖV, 1995). Isso se deve ao fato de as plantas aquáticas também oferecerem refúgio aos invertebrados, dificultando seu consumo (VAN DEN BERG; COOPS; NOORDHUIS; VAN SCHIE; SIMONS, 1997; RANTALA; ILMONEN; KOSKIMÄKI; SUHONEN; TYNKKYNNEN, 2004). De fato, há um grande número de trabalhos que analisa a ocorrência de invertebrados e peixes em regiões litorâneas de ecossistemas aquáticos de regiões neotropicais (por exemplo, MESCHIATTI; ARCIFA; FENERICH-VERANI, 2000; VONO; BARBOSA, 2001; AGOSTINHO; GOMES; JÚLIO JÚNIOR, 2003; LANSAC-TÔHA; VELHO; BONECKER, 2003; TAKEDA; SOUZA-FRANCO; MELO; MONKOLSKI, 2003; PELICICE; AGOSTINHO; THOMAZ, 2005).

Porém, conclusões acerca dos motivos que esses organismos habitam a região litorânea foram feitas baseadas em estudos conduzidos, principalmente, em ambientes temperados. Dessa forma, estudos em ambientes tropicais podem não apresentar esse padrão, já que a abundância de presas nas macrófitas é muito alta (TAKEDA; SOUZA-FRANCO; MELO; MONKOLSKI, 2003; LANSAC-TÔHA; VELHO; BONECKER, 2003, HIGUTI, 2006).

Vários fatores devem ser considerados na elucidação das interações tróficas em habitats vegetados. Dentre esses, destacam-se a capacidade dos predadores em forragear nos ambientes estruturados (JACOBSEN; PERROW, 1998; PRIYADARSHANA; ASAEDA; MANATUNGE, 2001), a escala de observação (DIBBLE; THOMAZ; PADIAL, 2006), a densidade das macrófitas (SAVINO; STEIN, 1982; CHICK; MCIVOR, 1997; SNICKARS;

SANDSTRÖM; MATTILA, 2004), o tipo morfológico das macrófitas (DIONNE; FOLT, 1991; WARFE; BARMUTA, 2004) e as diferentes complexidades espaciais proporcionadas pelos vegetais (DIBBLE; HARREL, 1997; DIBBLE; THOMAZ, 2006). Apesar da importância em delimitar a escala de observação e as complexidades espaciais das plantas nas investigações, poucos estudos sobre predação manipulam esses fatores (DIBBLE; THOMAZ; PADIAL, 2006).

Os efeitos da plasticidade fenotípica de uma espécie de planta podem ser importantes na interação predador-presa. Em outras palavras, alterações na forma de uma mesma espécie de macrófita mudam sua complexidade espacial, refletindo nas características físicas dos habitats. A combinação de maiores densidades e complexidades espaciais promove maior heterogeneidade espacial no ambiente. Por exemplo, uma espécie de planta em um determinado ambiente pode apresentar baixa complexidade espacial, além de diminuir sua densidade no ambiente aquático por investir energia em órgãos que não estruturam o ambiente aquático (raízes no sedimento, folhas emersas). Nesse caso, essas plantas podem não ser refúgios eficientes para invertebrados aquáticos. Porém, em outras condições ambientais, a mesma espécie pode apresentar alta complexidade espacial, e maior densidade no ambiente aquático, protegendo as presas contra os ataques dos predadores. Alterações como essas são comuns em macrófitas, podendo-se citar como exemplo várias espécies de *Echinodorus*, *Ludwigia* e *Mayaca*, que se comportam como emergentes ou submersas (IRGANG; GASTAL Jr., 1996; SCREMIN-DIAS, POTT, HORA, SOUZA, 1999).

Apesar de muitos estudos objetivarem esclarecer interações tróficas entre peixes e invertebrados em áreas vegetadas, a maioria considera somente o papel das macrófitas submersas (JEPPESEN; SØNDERGAARD; SØNDERGAARD; CRISTOFFERSEN, 1998). Contudo, Meerhoof, Mazzeo, Moss & Rodrigues-Gallego (2003) mostraram que *Eichhornia*

crassipes, uma macrófita flutuante livre, tem papel fundamental na estruturação de habitats em lagoas subtropicais.

Eichhornia azurea, estruturalmente semelhante à *Eichhornia crassipes*, porém com longos caules flutuantes, está entre as espécies mais abundantes nas lagoas da planície de inundação do alto rio Paraná e, assim como *E. crassipes*, apresentam raízes submersas com alta heterogeneidade espacial (DIBBLE; THOMAZ, 2006). Isso propicia grande diversidade de abrigos subaquáticos para invertebrados. Essa espécie também é caracterizada por apresentar grande plasticidade morfológica em relação ao tamanho e à disposição de sua trama de raízes, dependendo das concentrações de nutrientes (especialmente fósforo) na água (CAMARGO; ESTEVES, 1996; MILNE; MURPHY; THOMAZ, 2006). Portanto *E. azurea* promove diferentes heterogeneidade espacial nos ambientes aquáticos podendo afetar a eficiência e o comportamento alimentar de peixes invertívoros.

Moenkhausia sanctaefilomenae é registrado em altas abundâncias nas lagoas do alto rio Paraná (AGOSTINHO; BINI, GOMES, JÚLIO JR, PAVANELLI; AGOSTINHO, 2004) e se alimentam de microcrustáceos e larvas de insetos, como ostrácodas e quironomídeos (RUSSO, 2004; LOUREIRO-CRIPPA, 2006). Esses invertebrados são freqüentemente encontrados em ambientes litorâneos dominados por macrófitas aquáticas das lagoas da planície do alto rio Paraná (TAKEDA; SOUZA-FRANCO; MELO; MONKOLSKI, 2003; HIGUTI, 2006). Esses autores atribuem essa escolha de habitat, entre outros fatores, ao fato de as macrófitas promoverem refúgio contra predadores.

De acordo com a teoria de forrageamento ótimo, a escolha de uma presa por um peixe depende de sua disponibilidade e de sua contribuição energética para o peixe. Em outras palavras, a escolha recai sobre a presa com maior saldo entre custos de captura, ingestão, digestão e absorção, e benefícios energéticos e nutricionais (WOOTON, 1999).

Nesse sentido, em um ambiente com alta heterogeneidade espacial, devido à dificuldade na localização das presas, peixes invertívoros como *Moenkhausia* podem optar pela presa com maior disponibilidade. Por outro lado, em ambientes com pouca heterogeneidade espacial, no qual a captura é relativamente menos onerosa, a escolha por uma presa com maior valor energético é mais favorável. Portanto, a preferência alimentar de *Moenkhausia* pode ser mediada pela estrutura do hábitat.

A influência da estruturação proporcionada pelas macrófitas na interação predador-presa pode se refletir no comportamento do peixe em ambientes vegetados (SAVINO; STEIN, 1982). A diminuição na natação e a exploração dos interstícios entre os ramos das plantas são padrões de uso de hábitat frequentemente observados em peixes que exploram esses locais (PRIYADARSHANA; ASAEDA; MANATUNGE, 2001).

Como mencionado, muitos estudos analisam a abundância de invertebrados em áreas litorâneas vegetadas, inferindo sobre a importância das macrófitas como refúgio para esse grupo de animais. Porém, essa conclusão origina-se de dados observacionais, havendo uma grande carência de experimentos que testem formalmente a hipótese de que as macrófitas oferecem refúgio contra a predação para os animais a elas associados.

O objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito da heterogeneidade espacial promovida pelas raízes de *Eichhornia azurea* na interação predador-presa, envolvendo o peixe *Moenkhausia sanctaefilomenae* como predador e duas espécies de invertebrados (*Cypricercus* sp. e *Chironomus* sp.) como presas. Nesse sentido, a eficiência de forrageamento sobre esses itens, e a influência da heterogeneidade espacial das raízes sobre esse fator, foram avaliadas nesse trabalho. Buscou-se, adicionalmente, analisar a maneira na qual esse peixe explora o ambiente vegetado através da observação de seu comportamento. Formalmente, foram testadas as seguintes hipóteses: (i) a alta heterogeneidade espacial protege invertebrados contra a predação de *Moenkhausia*

sanctaefilomenae, diminuindo sua eficiência de predação; (ii) as duas espécies de presas são protegidas de forma distinta pelo refúgio oferecido pelas raízes e (iii) o padrão de uso do hábitat por *M. sanctaefilomenae* é afetado pela heterogeneidade espacial promovida pela trama de raízes de *Eichhornia azurea*.

3. MÉTODOS

3.1. Delineamento experimental

Para alcançar tais objetivos, foram realizados experimentos em aquários de vinte litros nos quais, em cada aquário, 50 ostrácodos do gênero *Cypricercus* e 20 quironomídeos do gênero *Chironomus* foram expostos à predação por três indivíduos da espécie *Moenkhausia sanctaefilomenae*. Esse delineamento assistiu de três tratamentos (níveis de heterogeneidade espacial), com cinco repetições. Visando estimar a mortalidade não causada pela predação, cada tratamento contou com um controle (ausência de peixes). Cada repetição do experimento, com quatro horas de duração, foi realizada sempre entre 10:00 e 14:00 horas. As cinco repetições foram realizadas na segunda quinzena do mês de Abril de 2006. Os níveis de heterogeneidade espacial foram obtidos pela manipulação da trama de raízes de *E. azurea*, dado que essa espécie apresenta grande plasticidade fenotípica em relação à sua arquitetura (MILNE; MURPHY; THOMAZ, 2006). A heterogeneidade espacial é aqui entendida como uma combinação entre complexidade espacial e o volume ocupado pelas plantas.

Os peixes, os quironomídeos e as plantas foram coletados em uma lagoa da planície de inundação do alto Rio Paraná, sendo os primeiros estocados durante três dias em tanques de 1000 litros para aclimação e em jejum. Uma hora antes do início do experimento, os peixes foram transferidos para os aquários. Os ostracodas, também

coletados em lagoas dessa planície, foram cultivados em um tanque de aquicultura no laboratório de Aquicultura da Universidade Estadual de Maringá. Dessa forma, a densidade desejada desse grupo foi obtida facilmente. As densidades de todos os grupos foram escolhidas após a realização de experimentos pilotos. Foram utilizados três peixes por aquário também com o intuito de eliminar problemas de diferenças individuais na alimentação.

Os aquários foram cheios com água filtrada em malha de 0,02 mm, para eliminar eventuais recursos alimentares para os peixes. As raízes das plantas foram previamente lavadas e mergulhadas em água com gelo durante aproximadamente 30 minutos para eliminar os organismos aderidos não contabilizados. A água utilizada nos aquários foi a mesma em que os peixes foram aclimatados, pois, além de evitar problemas de aclimação, o que pode prejudicar seu desempenho alimentar ou mesmo levá-lo à óbito, diversos autores sugerem que os invertebrados procuram abrigos ao sentirem sinais químicos deixados pelo peixe (LEHTINIEMI, 2005, FRIESEN; CHIVERS, 2006).

Os três níveis de heterogeneidade espacial foram alcançados manipulando a trama de raízes de um pedaço (aproximadamente 30 centímetros) do caule de *E. azurea*, contendo 4 nós de ramificação de raízes. Esse tamanho foi escolhido por ser aproximadamente o mesmo comprimento do aquário. No tratamento considerado mais complexo (alta heterogeneidade: AH), todos os maços de raízes que ramificavam dos nós permaneceram intactos. Já no tratamento considerado de baixa heterogeneidade (BH), uma parcela das raízes foi cortada da trama de forma sistemática. Nesse caso, foram deixados 2 maços em cada nó, simplificando assim a arquitetura da trama de raízes, além de diminuir seu peso e sua área. Isso simula a plasticidade morfológica das raízes dessa planta. Finalmente, no tratamento com heterogeneidade nula (HN), todos os

maços foram retirados, portanto nenhuma raiz estruturava o ambiente. Esses níveis de complexidade foram distinguidos por quatro variáveis:

i) O índice de complexidade proposto por Dibble, Killgore & Dick (1996). Esse índice é adimensional e leva em consideração a frequência e o tamanho dos interstícios verticais e horizontais em duas dimensões da trama de raízes de *E. azurea* em determinada resolução espacial. As medições das complexidades foram realizadas a partir das fotos dos aquários antes do início do experimento. Foram realizadas três medições aleatórias em uma escala espacial de 10cm x 10cm por aquário. Essa escala foi escolhida pois reflete um espaço de aproximadamente o tamanho máximo do peixe;

ii) A área das raízes, que reflete sua densidade no ambiente aquático, também foi avaliada. Essas áreas foram estimadas em imagens digitalizadas, com inserção de uma escala com precisão milimétrica e com auxílio do software analisador de imagens IPWIN (MEDIA CYBERNETICS, 2001);

iii) O peso seco das raízes, também para refletir a densidade das plantas, foi determinado após essas permanecerem em estufa a 70°C até peso constante;

iv) A taxa entre tamanho dos interstícios e comprimento dos peixes (taxa D) foi calculada. O tamanho dos interstícios foi calculado a partir de uma média entre o comprimento dos interstícios verticais e horizontais observados em duas dimensões em uma escala de 10cm x 10cm. Para calcular a taxa D de cada aquário, utilizou-se o valor médio do comprimento dos três peixes. No caso do tratamento com complexidade nula, as dimensões horizontais e verticais do aquário (altura e comprimento) foram utilizadas para a confecção da taxa D . Essa variável proposta por Priyadarshana, Asaeda & Manatunge (2001), fornece um indício de o quanto o peixe pode explorar as raízes. Dessa forma, quanto menor a taxa, os tamanhos dos interstícios são menores em relação ao tamanho dos peixes, dificultando a natação desses entre as raízes.

3.2. Análise da predação

A predação foi avaliada através da diferença entre o número de ostrácodas e quironomídeos antes e depois da exposição aos peixes, corrigida pela proporção de perdas não decorrentes pela predação, obtidos no controle. Optamos por utilizar somente esse método, pois uma complementação prevista, a análise do conteúdo estomacal dos peixes após a predação, não foi possível devido ao fato de que o período experimental (4 horas) foi suficiente para que houvesse digestão quase completa dos itens alimentares.

Para a contagem dos invertebrados remanescentes no aquário, as raízes das plantas foram lavadas e a água da lavagem, juntamente com a água do aquário foi filtrada em malha de 0,02 mm, após a retirada dos peixes ao final do experimento. As plantas, após lavagem, também foram cuidadosamente inspecionadas para capturar os invertebrados que permaneceram aderidos. O número de invertebrados perdidos nos controles (aquários sem predação por peixes) foi relativamente reduzido (<5%), mas mesmo assim esses foram levados em consideração para a correção de perdas não ocorridas por predação.

3.3. Análise do comportamento dos peixes

O comportamento dos peixes foi avaliado por vídeo-grafia. Para tal, vídeos dos aquários com os peixes foram gravados com câmera vídeo-filmadora analógica durante o período experimental (4 horas). A movimentação dos peixes foi mensurada, pois esse parâmetro é frequentemente relacionado com a alimentação (ABRAHAMS; SUTTERLIN, 1999). Nesse caso, esses autores sugerem que maior movimentação é observada em salmões com maior capacidade alimentar. A estadia dos peixes na metade superior do

aquário também foi quantificada, pois essa era a região que continha as plantas. Portanto, maior estadia nessa região indica maior exploração das raízes na procura de alimento. Para a mensuração desse último parâmetro, a representação do aquário na televisão, durante a reprodução do filme, foi dividida em duas partes iguais (superior e inferior).

A quantificação dos parâmetros de comportamento ocorreu da seguinte forma: a cada 20 segundos registrou-se quantos peixes estavam na parte superior do aquário (3, 2, 1 ou 0 peixes) e quantos peixes estavam em movimento (3, 2, 1 ou 0 peixes). Assim, foram geradas aproximadamente 720 observações por aquário de cada parâmetro durante as quatro horas de experimento. Portanto, a porcentagem de 3, 2, 1 ou 0 peixes em movimento e na parte superior do aquário pôde ser calculada para cada aquário, sendo possível a comparação entre os tratamentos.

3.4. Análise dos dados

Testes *t* foram utilizados para testar diferenças entre as variáveis de complexidade (Índice de complexidade, área das raízes, peso seco das raízes e taxa *D*) nos tratamentos AH e BH.

Para as análises estatísticas e confecção dos gráficos, os dados de predação dos invertebrados por *M. sanctaefilomenae* foram transformados em porcentagem em relação ao total oferecido (% de predação). Uma análise de variância bi-fatorial (ANOVA bi-fatorial) foi utilizada com o intuito de avaliar os efeitos dos tratamentos e dos itens alimentares na eficiência de forrageamento dos peixes, bem como da interação tratamento x item alimentar. Essa análise foi escolhida devido ao fato de que os peixes podem optar por apenas um item alimentar, dependendo da facilidade de captura, ou da preferência alimentar. Isso pode mascarar o efeito da estrutura das raízes como abrigo

para um determinado grupo de organismos. Em caso de diferenças significativas, o teste de Tukey *a posteriori* foi aplicado para identificar em quais tratamentos as médias diferiram.

Duas análises de regressão não linear (uma para cada presa) foram realizadas entre e as porcentagens de predação de invertebrados por *M. sanctaefilomenae* com os valores das taxas D , como proposto por Priyadarshana, Asaeda & Manatunge (2001). Teoricamente, quando não há estruturação de hábitat, D tende para o infinito (ver PRIYADARSHANA; ASAEDA; MANATUNGE, 2001). Dessa forma, na confecção do gráfico de regressão, representamos essa tendência da taxa D . A análise de covariância (ANCOVA) foi utilizada para comparar os modelos quanto ao paralelismo e à elevação (ou intercepto). Nessa análise, a primeira hipótese testada é se os modelos não são paralelos, logo, a não rejeição da hipótese nula indica paralelismo. Caso não seja rejeitada a hipótese nula, os modelos ainda podem diferir segundo ao seu intercepto. Assim, a segunda hipótese testada é se os interceptos dos modelos gerados diferem entre as duas presas. Dessa forma, a ANCOVA testou se as predições das taxas de predação pela taxa D são semelhantes para as duas espécies de presa, inclusive no comportamento do modelo ao longo da taxa D .

Outras duas ANOVAs bi-fatoriais foram utilizada para evidenciar diferenças no comportamento dos peixes. Na primeira, efeitos do tratamento e da porcentagem de 3, 2, 1 ou 0 peixes em movimento, bem como da interação entre esses foram testados. Na outra, os testes envolveram os efeitos do tratamento, da porcentagem de 3, 2, 1 ou 0 peixes localizados na parte superior do aquário e da interação entre esses. Para todos os testes foram consideradas diferenças significativas quando a probabilidade do erro do tipo I foi menor do que 1%. O software STATISTICA (STATSOFT, 2005) foi utilizado para a confecção dos gráficos e para realização das análises estatísticas.

4. RESULTADOS

Os tratamentos se caracterizaram por diferenças significativas entre os parâmetros que refletem a complexidade das raízes (Tabela 1). Assim, o tratamento AC possuiu valores significativamente maiores do índice de complexidade, área e peso das raízes, assim como menores valores da taxa *D*:

Tabela 1. Valores médios dos parâmetros de complexidade dos três tratamentos e testes *t* entre os parâmetros de complexidade dos tratamentos AC e BC. Valores entre parênteses mostram o desvio padrão.

Parâmetros de complexidade	AC	BC	CN	<i>T</i>	<i>p</i>
Índice de complexidade	411,1 (71,1)	144,5 (36,8)	0 (0)	10,53	<0,001
Área das raízes (cm ²)	154,9 (44,2)	24,2 (5,0)	0 (0)	9,29	<0,001
Peso seco das raízes (g)	0,95 (0,30)	0,14 (0,03)	0 (0)	8,57	<0,001
Taxa <i>D</i>	0,039 (0,004)	0,08 (0,01)	6,55 (0,26)	6,67	<0,001

De acordo com a ANOVA bi-fatorial, efeitos dos tratamentos foram significativos tanto para a redução de ostrácodas como para a de quironomídeos ($F=28,42$; $p<0,001$). As menores porcentagens de quironomídeos e ostrácodas predados foram encontradas no tratamento com maior complexidade estrutural (Figura 1). Não houve efeitos dos itens alimentares ($F=0,73$; $p=0,40$), nem da interação item alimentar x tratamento ($F=0,08$; $p=0,92$). O teste de Tukey *a posteriori* demonstrou que a predação foi menor para ambas as presas no tratamento AH, enquanto os tratamentos BH e HN tiveram valores de predação semelhantes ($p<0,001$).

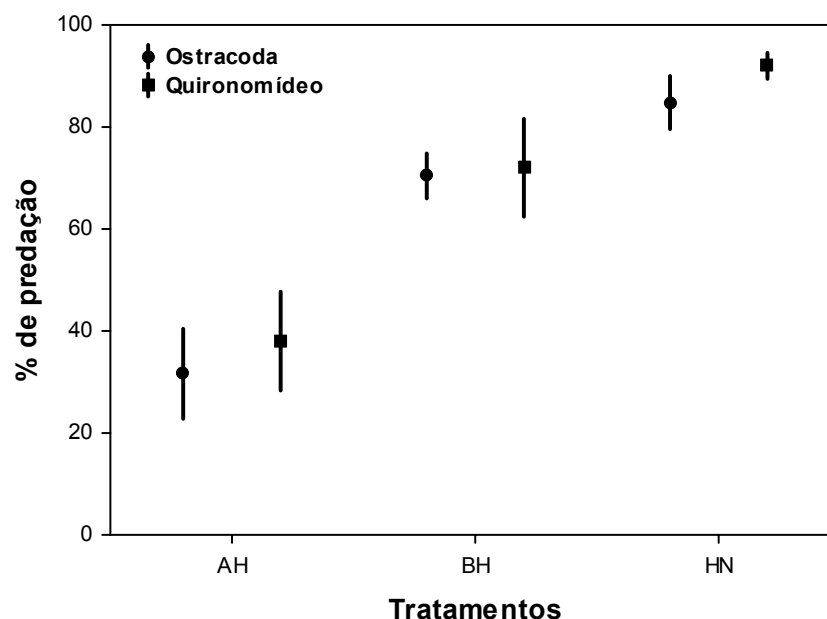


Figura 1. Porcentagem de predação dos invertebrados por *M. sanctaefilomenae* nos três tratamentos. As barras indicam o erro padrão.

As análises de regressão também evidenciaram os efeitos da complexidade estrutural das raízes na proteção dos invertebrados contra a predação. Foram observadas fortes relações entre as porcentagens de predação e os valores da taxa D para ambos os grupos de presas, com altos coeficientes de explicação (valores do R^2) (Figura 2). A melhor relação obedeceu a um modelo logístico entre a taxa D e a porcentagem de predação para os dois grupos de presas (Figura 2). A ANCOVA mostrou que os modelos gerados para não diferem entre as presas utilizadas, pois os modelos são paralelos ($F=0,04$; $p=0,86$) e não há diferença significativa em suas elevações ($F=0,40$; $p=0,53$).

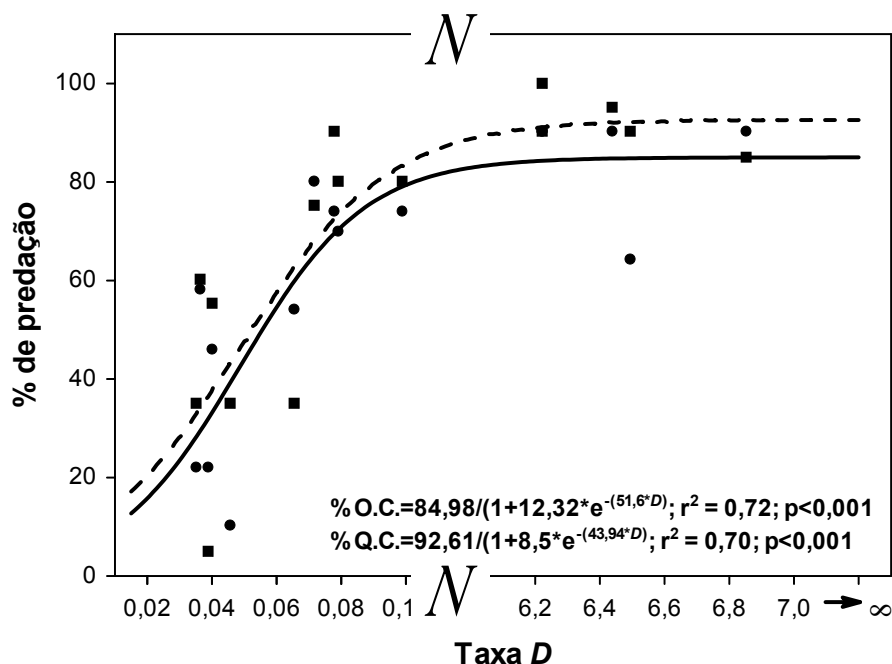


Figura 2. Regressão entre os valores da taxas D e porcentagem de predação. Linhas contínuas referem-se à Ostracoda enquanto linhas descontinúas referem-se à Quironomídeo.

A ANOVA bi-fatorial com os parâmetros de comportamento dos peixes revelou interação significativa entre a porcentagem de observação 3, 2, 1 ou 0 peixes na região superior do aquário (região onde existia macrófitas) com o tratamento ($F=36,56$; $p < 0,001$). Da mesma forma, a interação foi observada quando foram considerados peixes em movimento ao invés da estadia na região superior do aquário ($F=124,81$; $p < 0,001$). Em outras palavras, o tempo de permanência dos peixes na parte superior dos aquários, assim como o tempo em que esses permanecem em movimento, dependem da presença das raízes de macrófitas. Em elevada complexidade espacial, os peixes tendem em se deslocar para a parte superior, posicionando-se junto às raízes, e reduzem os movimentos natatórios.

No tratamento AH, 3 peixes foram observados em maior frequência na região superior do aquário enquanto que o resultado “0 peixe” foi pouco registrado nessa região (Figura 3A). Em contrapartida, nos tratamentos HN e BH, 3 peixes foram observados em menor frequência na região superior do aquário, e as maiores

porcentagens de observação nesses tratamentos foram de 1 e 0 peixes, respectivamente (Figura 3A).

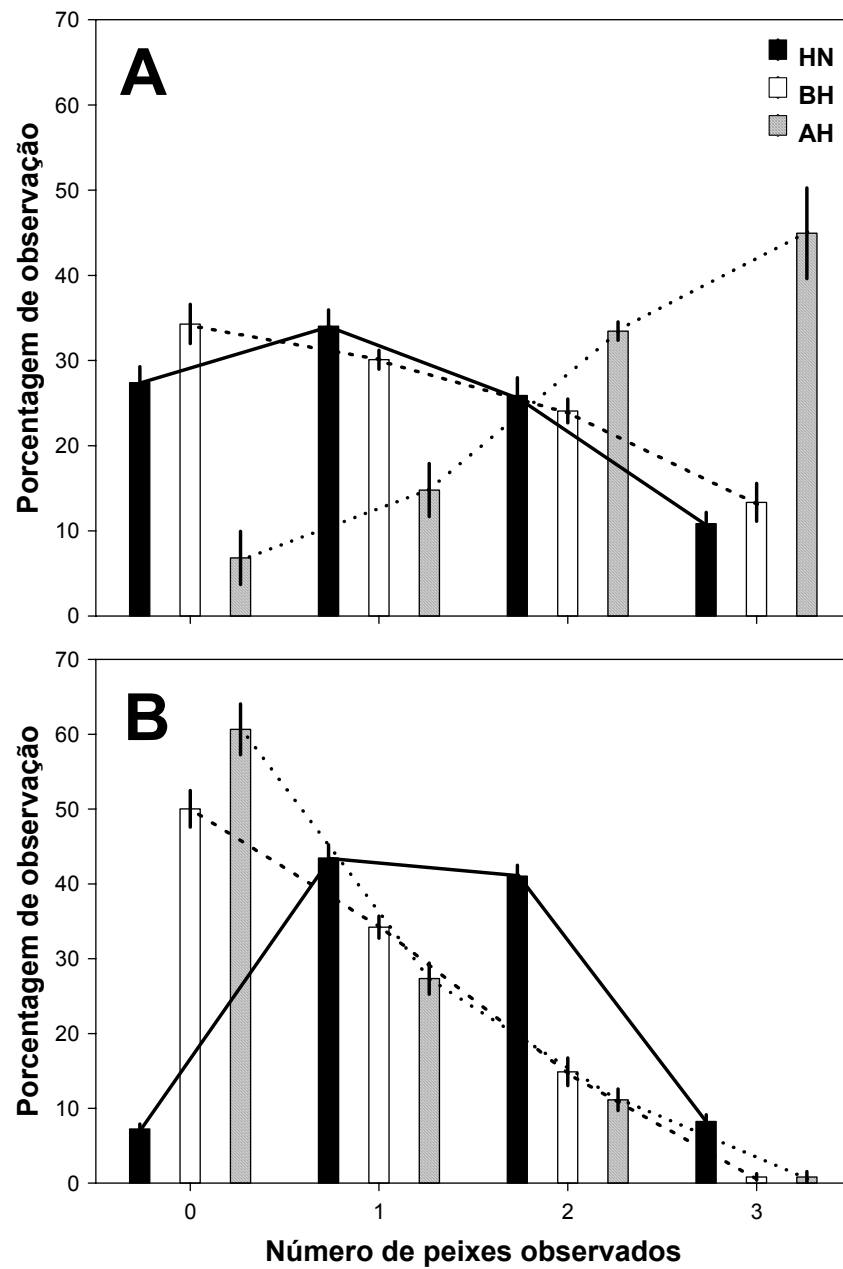


Figura 3. Porcentagens de observações, nos três tratamentos, de 3, 2, 1 ou 0 peixes (A) na região superior do aquário e (B) em movimento.

Uma clara tendência decrescente foi observada nos tratamentos AH e BH, na qual a porcentagem de resultados de “0 peixe” em movimento foi a maior, enquanto que a porcentagem de 3 peixes em movimento foi muito baixa (Figura 3B). Já no tratamento

HN as porcentagens de 0 e 3 peixes em movimento foram baixas. Nesse tratamento, 1 e 2 peixes em movimento foram observados em maior frequência (Figura 3B).

5. DISCUSSÃO

Há muita confusão na utilização de termos que quantificam a heterogeneidade ambiental (TOKESHI, 1999). Nesse caso, a heterogeneidade espacial foi tratada como combinação da complexidade espacial e volume ocupado pelas plantas (estimado pelo peso seco ou pela área das raízes), e a complexidade espacial como uma medida de quão intrincado é o objeto de observação. Por exemplo, ao observar-se uma planta aquática, a complexidade espacial pode ser medida pela frequência e tamanho dos interstícios entre as partes vegetais e o meio aquático (DIBBLE; KILLGORE; DICK, 1996). Nesse caso, quanto mais interstícios, e quanto menores os interstícios, mais intrincada é a estrutura da planta e, conseqüentemente, há maior complexidade espacial. Considerando a heterogeneidade espacial, algumas situações relativas são possíveis: (i) Heterogeneidade alta: alta complexidade espacial aliada com alto volume ocupado pelas plantas; (ii) heterogeneidade baixa: baixa complexidade espacial aliada com baixo volume ocupado pelas plantas e; (iii) heterogeneidade intermediária: alta complexidade espacial aliada com baixo volume ocupado pelas plantas, vice-versa, ou ainda níveis intermediários de complexidade espacial (relativos a altos níveis) aliados a volumes intermediários ocupados pelas plantas (relativos a altos volumes).

É amplamente aceito que ambientes litorâneos, dominados por macrófitas aquáticas, servem de refúgio contra predadores e locais de forrageamento para peixes de pequeno porte (AGOSTINHO; GOMES; JULIO JR, 2003; PELICICE; AGOSTINHO; THOMAZ, 2005). Porém, alguns trabalhos têm demonstrado que a alta heterogeneidade espacial

das plantas protege os invertebrados contra a predação de peixes invertívoros, diminuindo sua eficiência na predação (RANTALA; ILMONEN; KOSKIMÄKI; SUHONEN; TYNKKYNEN, 2004). De modo geral, na presença de predadores, a presa procura habitats protegidos, abandonando áreas favoráveis à alimentação (JACOBSEN; PERROW; LANDKILDEHUS; HJØRNE; LAURIDSEN; BERG, 1997). Nossos resultados, obtidos de forma experimental, demonstraram claramente os marcantes efeitos da heterogeneidade espacial das raízes de *E. azurea* sobre a interação predador-presa (peixes e invertebrados). A proteção conferida pelo aumento na heterogeneidade às duas espécies de presa (ostrácodas e quironomídeos) foi conspícua. Esse efeito foi amplamente mostrado em observações anteriores, porém, primordialmente em ambientes temperados (por exemplo, SNICKARS; SANDSTRÖM; MATTILA, 2004).

A complexidade estrutural conferida pela vegetação tem profundas implicações sobre a estrutura das comunidades afetando a distribuição espacial e a sobrevivência de presas (GUTIERREZ; JONES; STRAYER; IRIBARNE, 2003; GRABOWSKI, 2004; GRABOWSKI; POWERS, 2004; GRABOWSKI; KRIMBO 2005; WARFE; BARMUTA, 2006), mecanismos de controle *botton-up* e *top-down* (JACOBSEN; BERG, 1998; STEPHEN; MOSS; PHILLIPS, 1998; JEPPESEN; JENSEN; SØNDERGAARD; FENGER-GRØN; BRAMM; SANDBY; MØLLER, 2004; HEMBRE; MEGARD, 2005), migração horizontal de zooplâncton (BURKS; JEPPESEN; LODGE, 2001) e até mesmo na manutenção de estados estáveis de um ambiente (SHEFFER; HOSPER; MEIJER; MOSS, 1993; SHEFFER, 1997). Em uma escala ampla, a manutenção da diversidade biológica em sistemas aquáticos tem também sido relacionada com a heterogeneidade espacial (GRENOUILLET; PONT; SEIP, 2002).

Por outro lado, para peixes invertívoros, a alta heterogeneidade espacial significa baixas taxas de forrageamento. Dessa forma, é aceito que maiores abundâncias de peixes são encontradas em ambientes com heterogeneidade espacial intermediária, nos

quais a abundância das presas pode ser mantida com relativa disponibilidade para os predadores (GRENOUILLET; PONT; SEIP, 2002). Provavelmente, esse padrão é frequentemente encontrado pelo equilíbrio entre dificuldade do predador visualizar e se movimentar nos ambientes vegetados, o que dificulta a captura da presa (SAVINO; STEIN, 1982; PRIYADARSHANA; ASAEDA; MANATUNGE, 2001; SNICKARS; SANDSTRÖM; MATTILA, 2004) e resulta em maiores abundâncias de presa (BURKS; JEPPESEN; LODGE, 2001).

Entretanto, para um melhor entendimento da interação predador-presa em condições naturais, também são necessárias investigações experimentais analisando efeitos de diferentes níveis da heterogeneidade espacial, a preferência e o comportamento alimentar dos predadores. Os tratamentos utilizados em nosso experimento representaram situações reais observadas *in situ*, e simularam diferentes níveis de complexidade proporcionados por macrófitas aquáticas. De acordo com nossos resultados, o tratamento com baixa complexidade não é suficiente para proteger as presas contra a ação dos predadores, visto que valores similares no percentual de predação foram constatados nos tratamentos de baixa complexidade e complexidade nula, para ambas as espécies de presas. Isso sugere que se o ambiente estiver pouco estruturado, a eficiência predatória desse peixe invertívoro não é alterada pela estrutura de hábitat. Essa observação pode ter implicações, por exemplo, em biomanipulações que almejem o manejo de uma ou mais espécies de peixes e invertebrados (BURKS; JEPPESEN; LODGE, 2001). De forma congruente com nossos resultados, estudos realizados em bancos de *E. azurea* na planície do alto rio Paraná demonstraram que as maiores densidades e diversidades de peixes de pequeno porte são obtidas nas bordas dos estandes e não em seu interior, refletindo as complexidades intermediárias dos

primeiros locais, onde as raízes são mais jovens (AGOSTINHO; THOMAZ; GOMES; BALTAR, no prelo).

Contudo, as regressões entre valores da taxa D e porcentagem de predação mostram claramente a diminuição da predação, mesmo nos valores de taxa D referentes à heterogeneidade baixa. A taxa D reflete quanto o peixe pode explorar o interior de ambientes estruturados, pois leva em consideração tanto o tamanho do peixe quanto o nível de complexidade estrutural (PRIYADARSHANA; ASAEDA; MANATUNGE, 2001). Assim, quanto menor o peixe, e menor a complexidade, mais o peixe consegue nadar entre as estruturas subaquáticas, e, conseqüentemente, explorar os recursos. Priyadarshana, Asaeda & Manatunge (2001) sugeriram a utilização de um modelo logístico para prever a taxa de captura de presas a partir da taxa D . Porém, o conjunto de dados apresentados por esses autores não foi suficiente para representar todo o espectro do modelo. Nossos resultados corroboram as observações desses autores, pois, para ambas as presas utilizadas, o melhor modelo que prevê taxa de captura de presas a partir da taxa D foi o modelo logístico. Adicionalmente, o conjunto de dados do presente trabalho foi suficiente para representar amplamente o espectro do modelo, confirmando a robustez da utilização do modelo logístico para essa predição.

Os resultados da ANOVA bi-fatorial e da ANCOVA evidenciaram que os padrões observados independem da presa, indicando que o efeito do refúgio oferecido pelas raízes de *E. azurea* é similar para ambas as espécies de presa. Além disso, a captura de ambas as espécies de presa em proporções semelhantes também indica que *M. sactaefilomenae* é oportunista e consome o item alimentar momentaneamente mais disponível. O caráter oportunista dessa espécie já foi constatado por Hahn, Fugi & Andrian (2004) que mostraram que sua dieta é formada por um amplo espectro alimentar, consumindo vários tipos de insetos.

O comportamento dos peixes também foi afetado pela complexidade estrutural das raízes. Na presença de macrófitas com alta densidade e complexidade, os peixes exploraram de forma mais acentuada a parte superior do aquário, que continha as raízes utilizadas pelos invertebrados para proteção contra a predação. Assim, os peixes freqüentam os habitats vegetados provavelmente em busca de alimento. No entanto, apesar de os peixes explorarem o interior da trama de raízes, as taxas de forrageamento são menores em alta complexidade estrutural. A procura desses ambientes pelos peixes também pode indicar que esses utilizam as plantas como refúgio para evitar a ação de possíveis predadores (PELICICE; AGOSTINHO; THOMAZ, 2005; AGOSTINHO; THOMAZ; GOMES; BALTAR, no prelo). Já nos tratamentos BH e HN as maiores freqüências de observação foram na região inferior do aquário. Nesses tratamentos, como os invertebrados são pouco ou não protegidos pela complexidade estrutural, esses podem permanecer no fundo do aquário, atraindo os peixes para essa região.

Priyadarshana, Asaeda & Manatunge (2001) atribui a efeitos de barreiras físicas a diminuição na atividade natatória conforme a complexidade estrutural é aumentada. Porém, nossos resultados mostram que mesmo em baixa complexidade, na qual restrições menores da barreira física são esperadas, a natação dos peixes é bastante abrandada. Portanto, além dos efeitos físicos, outros motivos devem explicar a diminuição da natação dos peixes em ambientes com macrófitas. Uma possível explicação pode ser a diminuição do estresse dos peixes pelo fato de que o habitat natural desses peixes é dominado por plantas aquáticas, mesmo que em diferentes densidades e complexidades. Apesar de não quantificado, comportamentos como “bater no vidro” do aquário ou perseguir os outros peixes (que podem representar comportamentos de estresse dos peixes) foram menos observados nos aquários com plantas. As baixas porcentagens de 0 e 3, e as altas porcentagens de 1 e 2 peixes em

movimento no tratamento CN sugerem que é pouco provável encontrar nenhum ou todos os peixes se movimentando. Isso indica uma distribuição normal nas porcentagens de peixes em movimento, sem a presença da planta. Como nos tratamentos com planta essa distribuição é claramente decrescente, é ressaltado o papel das macrófitas aquáticas na alteração do uso do hábitat por esse peixe.

Em resumo, nossos resultados corroboram a hipótese de que as macrófitas aquáticas servem de refúgio para as presas contra o ataque dos predadores. Também foi mostrado que o peixe estudado é oportunista na obtenção de alimento e a trama de raízes de *E. azurea* protege de forma similar espécies tão distintas quanto o ostrácoda *Cypricercus* e o quironomídeo *Chironomus*. Portanto, a hipótese de que as duas espécies de presas são protegidas de forma distinta pelo refúgio oferecido pelas raízes foi rejeitada. Além disso, o comportamento desse peixe é altamente afetado pela estruturação ambiental. Esses resultados são relevantes, pois foram obtidos de forma experimental, utilizando espécies animais comuns em ecossistemas aquáticos neotropicais, juntamente com uma espécie de macrófita que é uma das mais frequentes nesses mesmos ambientes. Todavia, para uma melhor elucidação das interações tróficas em ambientes neotropicais, investigações futuras devem testar efeitos da escala espacial e dos diferentes tipos morfológicos das macrófitas aquáticas sobre interações envolvendo peixes e invertebrados.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAHAMMS, M.V.; SUTTERLIN, A. The foraging and antipredator behaviour of growth-enhanced transgenic Atlantic salmon. **Animal Behaviour**, v. 58, p. 933-942. 1999.

AGOSTINHO, A.A.; GOMES, L.C.; JULIO Jr, H.F. Relações entre macrófitas aquáticas e peixes. In: THOMAZ, S.M.; BINI, L.M. (Eds.) **Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas**. Maringá: Eduem, 2003. p. 261-280.

AGOSTINHO, A.A.; THOMAZ, S.M.; GOMES, L.C.; BALTAR, L.S.M.A. Influence of *Eichhornia azurea* on Fish Assemblage of the Upper Paraná River Floodplain (Brazil). **Aquatic Ecology**, no prelo.

AGOSTINHO, A.A.; BINI, L.M.; GOMES, L.C.; JULIO Jr, H.F.; PAVANELLI, C.S.; AGOSTINHO, C.S. Fish assemblages. In: THOMAZ, S.M.; AGOSTINHO, A.A.; HAHN, N.S. (Eds.) **The upper Paraná River and its floodplain: physical aspects, ecology and conservation**. Leiden: Backhuys Publishers, 2004. p. 223-246.

BURKS, R.L.; JEPPESEN, E.; LODGE, D.M. Littoral zone structures as *Daphnia* refugia against fish predators. **Limnology and Oceanography**, v. 46, n. 2, p. 230-237. 2001.

CAMARGO, A. F. M. ; ESTEVES F. A. Influence of water level variation on biomass and chemical composition of the aquatic macrophyte *Eichhornia azurea* (KUNTH) in an oxbow lake of the Rio Mogi-Guaçu (São Paulo, Brazil). **Archiv für Hydrobiologie**, v. 135, n. 3, p. 423-432. 1996.

CHICK, J.H.; MCIVOR, C.C. Habitat selection by three littoral zone fishes: effects of predation pressure, plant density and macrophyte type. **Ecology of Freshwater Fish**, v. 6, p. 27-35, 1997.

DIBBLE, E. D.; KILLGORE, K. J.; DICK, G. O. Measurement of plant architecture in seven aquatic plants. **Journal of Freshwater Ecology**, v. 11, p. 311-318, 1996.

DIBBLE, E.D.; KILLGORE, K.J.; HARREL, S.L. Assessment of fish-plant interactions. In: MIRANDA, L.E.; DEVRIES, D.R. (Eds.) **Multidimensional approaches to reservoir fisheries management**. American Fisheries Society Symposium 16, Bethesda, MD, 1996. p. 357-372.

DIBBLE, E.D.; HARREL, S.L. Largemouth diet in two aquatic plant communities. **J. Aquatic Plant Management**, v. 35, p. 74-78, 1997.

DIBBLE, E.D.; THOMAZ, S.M. A simple method to estimate spatial complexity in aquatic plants. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 2006.

DIBBLE, E.D.; THOMAZ, S.M.; PADIAL, A.A. Spatial-complexity measured at a multi-scale among three aquatic plant species. **Journal of Freshwater Ecology**, v. 21, n. 2, p. 239-247. 2006.

DIEHL, S. Foraging efficiency of three freshwater fishes: effects of structural complexity and light. **Oikos**, v. 53, p. 207-214, 1988.

DIEHL, S.; EKLÖV, P. Effects of piscivore-mediated habitat use on resources, diet and growth of perch. **Ecology**, v. 76, p. 1712-1726, 1995.

DIONNE, M.; FOLT, C.L. An experimental analysis of macrophyte growth forms as fish foraging habitat. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, v. 48, p. 123-131, 1991.

DOWNING, J.A. The effect of habitat structure on the spatial distribution of freshwater invertebrate populations. In: BELL, S.S.; MCCOY, E.D.; MUSHINSKY, H.R. (Eds.) **Habitat structure: the physical arrangement of objects in space**. Chapman and Hall. 1991. p. 87-106.

FRIESEN, R.G.; CHIVERS, D.P. Underwater Video Reveals Strong Avoidance of Chemical Alarm Cues by Prey Fishes. **Ethology**, v. 112, p. 339-345. 2006.

GRABOWSKI, J.H. Habitat Complexity Disrupts Predator–Prey Interactions But Not The Trophic Cascade On Oyster Reefs. **Ecology**, v. 85, n. 4, p. 995-1004. 2004.

GRABOWSKI, J.H.; POWERS, S.P. Habitat complexity mitigates trophic transfer on oyster reefs. **Marine Ecology Progress Series**, v. 277, p. 291-295. 2004.

GRABOWSKI, J.H.; KIMBRO, D.L. Predator-avoidance behavior extends trophic cascades to refuge habitats. **Ecology**, v. 86, n. 5, p. 1312-1319. 2005.

GRENOUILLET, G.; PONT, D. Juvenile fishes in macrophyte beds: influence of food resources, habitat structure and body size. **Journal of Fish Biology**, v. 59, p. 939-959, 2001.

GRENOUILLET, G. ; PONT, D.; SEIP, K.L. Abundance and species richness as a function of food resources and vegetation structure: juvenile fish assemblages in rivers. **Ecography**, v. 25, n. 6, p. 641-650. 2002.

GUTIERREZ, J.L.; JONES, C.G.; STRAYER, D.L.; IRIBARNE, O.O. Mollusks as ecosystem engineers: the role of shell production in aquatic habitats. **Oikos**, v. 101, p. 79–90. 2003.

HAHN, N.S.; FUGI, R.; ANDRIAN, I.F. Trophic ecology of fish assemblages. In: THOMAZ, S.M.; AGOSTINHO, A.A.; HAHN, N.S. (Eds.) **The upper Paraná River and its floodplain: physical aspects, ecology and conservation**. Leiden: Backhuys Publishers, 2004. p. 247-270.

HARREL, S.L.; DIBBLE, E.D. Foraging efficiency of juvenile bluegill, *Lepomis macrochirus*, among different vegetated habitats. **Environmental Biology of Fishes**, v. 62, p. 441-453. 2001.

HECK, K.L.Jr; THOMAN, T.A. Experiments on predator-prey interactions in vegetated aquatic habitats. **J Exp Mar Biol Ecol**, v. 53, p. 125–134. 1981.

HEMBRE, L.K.; MEGARD, R.O. Timing of predation by rainbow trout controls *Daphnia* demography and the trophic status of a Minnesota lake. **Freshwater Biology**, v. 50, p. 1064-1080, 2005.

HENRY, R.; COSTA, M.L.R. As macrófitas como fator de heterogeneidade espacial: um estudo em três lagos com diferentes conectividades com o rio Paranapanema. In: THOMAZ, S.M.; BINI, L.M. (Eds.) **Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas**. Maringá: Eduem, 2003. p. 189-210.

HIGUTI, J. **Fatores reguladores da biodiversidade de Ostracoda (Crustacea) no vale aluvial do alto rio Paraná**. Tese de Doutorado – Universidade Estadual de Maringá, 74 pp. 2006. (Maringá, Paraná, Brasil).

IRGANG, B.E.; GASTAL Jr, C.V.S. **Macrófitas aquáticas costeiras do RS**. Porto Alegre: [s.n.] 1996. 290 p., il. (edição dos autores).

JACOBSEN, L.; PERROW, M.R.; LANDKILDEHUS, F.; HJØRNE, M.; LAURIDSEN, T.L.; BERG, S. Interactions between piscivores, zooplanktivores and zooplankton in submerged macrophytes: preliminary observations from enclosure and pond experiments. **Hydrobiologia**, v. 342/343, p. 197-205, 1997.

JACOBSEN, L.; BERG, S. Diel variation in habitat use by planktivores in field enclosure experiments: the effect of submerged macrophytes and predation. **Journal of Fish Biology**, v. 53, p. 1207-1219, 1998.

JACOBSEN, L.; PERROW, M.R. Predation risk from piscivorous fish influencing the diel use of macrophytes by planktivorous fish in experimental ponds. **Ecology of Freshwater Fish**, v. 7, p. 78-86, 1998.

JEPPESEN, E.; SØNDERGAARD, Ma.; SØNDERGAARD, Mo.; CRISTOFFERSEN, K. **The structuring role of submerged macrophytes in lakes**. New York: Springer, 1998. 423 p., il.

JEPPESEN, E.; JENSEN, J.P.; SØNDERGAARD, M.; FENGER-GRØN, M.; BRAMM, M.E.; SANDBY, K.; MØLLER, P.H.; RASMUSSEN, H.U. Impact of fish predation on cladoceran body weight distribution and zooplankton grazing in lakes during winter. **Freshwater Biology**, v. 49, p. 432-447, 2004.

KIKUCHI, T. Faunal relationships in temperate seagrass beds. In: PHILLIPS, R.C.; MCROY C.P. **Handbook of seagrass biology**. New York: Garland STPM Press, 1980, p. 153-172.

LANSAC-TÔHA, F.A.; VELHO, L.F.M.; BONECKER, C.C. Influência de macrófitas aquáticas sobre a estrutura da comunidade zooplancônica. In: THOMAZ, S.M.; BINI, L.M. (Eds.) **Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas**. Maringá: Eduem, 2003. p. 231-242.

LEHTINIEMI, M. Swim or hide: predator cues cause species specific reactions in young fish larvae. **Journal of Fish Biology**, v. 66, p.1285-1299, 2005.

LOMBARDO, P. Predation by *Enallagma* nymphs (Odonata, Zygoptera) under different conditions of spatial complexity. **Hydrobiologia**, v. 356, p. 1-9, 1997.

LOUREIRO-CRIPPA, V.E. **Dieta, hábitos alimentares e morfologia trófica de peixes de pequeno porte, em lagoas da planície do alto rio Paraná, Brasil**. Tese de Doutorado – Universidade Estadual de Maringá, 39 pp. 2006. (Maringá, Paraná, Brasil).

MEDIA CYBERNETICS, Inc. Image-Pro Plus: The proven solutionTM version 4.5.0.29 for Windows 2000. **Media Cybernetics, Inc.** Buckinghamshire. 2001.

MEERHOFF, M.; MAZZEO, N.; MOSS, B.; RODRIGUEZ-GALLEGO, L. The structuring role of free-floating versus submerged plants in a subtropical shallow lake. **Aquatic Ecology**, v. 37, p. 377-391, 2003.

MESCHIATTI, A.J.; ARCIFA, M.S.; FENERICH-VERANI, N. Fish communities associated with macrophytes in Brazilian floodplain lakes. **Environmental Biology of Fishes**, v. 58, p. 133-143, 2000.

MILNE, J.M.; MURPHY, K.J.; THOMAZ, S.M. Morphological variation in *Eichhornia azurea* (Kunth) and *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms in relation to aquatic vegetation

type and the environment in the floodplain of the Rio Paraná, Brazil. **Hydrobiologia**, v. 570, p. 19-25, 2006.

NYSTRÖM, P.; PÉREZ, J.R. Crayfish predation on the common pond snail (*Lymnaea stagnalis*): the effect of habitat complexity and snail size on foraging efficiency. **Hydrobiologia**, v. 368, p. 201-208, 1998.

OKADA, E.K.; AGOSTINHO, A.A.; PETRERE JÚNIOR, M.; PENCSEK, T. Factors affecting fish diversity and abundance in drying ponds and lagoons in the upper Paraná River basin, Brazil. **Ecohydrology & Hydrobiology**, v. 3, n. 1, p. 97-110, 2003.

PAINE, R.T. Food web complexity and species diversity. **American Naturalist**, v. 100, p. 65–75. 1966.

PELICICE, F.M.; AGOSTINHO, A.A.; THOMAZ, S.M. Fish assemblages with *Egeria* in a tropical reservoir: investigating the effects of plant biomass and diel period. **Acta Oecologica**, v. 27, p. 9-16, 2005.

PELICICE, F.M.; AGOSTINHO, A.A. Feeding ecology of fishes associated with *Egeria* spp patches in a tropical reservoir, Brazil. **Ecology of Freshwater Fish**, v.15, p. 10-19, 2006.

PERROW, M.R.; JOWITT, A.J.D.; STANSFIELD, J.H.; PHILLIPS, G.L. The practical importance of interactions between fish, zooplankton and macrophytes in a shallow lake restoration. **Hydrobiologia**, v. 395/396, p. 199-210, 1999.

PERSOON, L.; EKLÖV, P. Prey refuges affecting interactions between piscivorous perch and juvenile perch and roach. **Ecology**, v. 76, n. 1, p. 70-81, 1995.

PRIYADARSHANA, T.; ASAEDA, T.; MANATUNGE, J. Foraging behaviour of planktivorous fish in artificial vegetation: the effects on swimming and feeding. **Hydrobiologia**, v. 442, p. 231-239, 2001.

RANTALA, M.J.; ILMONEN, J.; KOSKIMÄKI, J.; SUHONEN, J.; TYNKKYNEN, K. The macrophyte, *Stratiotes aloides*, protects larvae of dragonfly *Aeshna viridis* against fish predation. **Aquatic Ecology**, v. 38, p. 77-82, 2004.

RUSSO, M.R. **Ecologia trófica da ictiofauna de pequeno porte, em lagoas isoladas da planície de inundação do alto rio Paraná, Brasil**. Tese de Doutorado – Universidade Estadual de Maringá, 38 pp. 2004. (Maringá, Paraná, Brasil).

SAVINO, J.; STEIN, R.A. Predator-prey interaction between largemouth bass and bluegills as influenced by simulated, submerged vegetation. **Transactions of the American Fisheries Society**, v. 111, p.255-266, 1982.

SCREMIN-DIAS, E.; POTT, V.J.; HORA, R.C.; SOUZA, P.R. **Nos jardins submersos da Bodoquena: guia para identificação de plantas aquáticas de Bonito e região**. Campo Grande: Editora UFMS, 1999, 160 p., il.

SHEFFER, M; HOSPER, S.H.; MEIJER, M-L.; MOSS, B. Alternative equilibria in shallow lakes. **Trends in Ecology and Evolution**, p. 275-279, 1993.

SHEFFER, M. On the implications of predator avoidance. **Aquatic Ecology**, v. 31, p. 99-107, 1997.

SNICKARS, M.; SANDSTRÖM, A.; MATTILA, J. Antipredator behaviour of 0+ year *Perca fluviatilis*: effect of vegetation density and turbidity. **Journal of Fish Biology**, v. 65, p.1604-1613, 2004.

STATSOFT, Inc. STATISTICA (data analysis software system) version 7.1 for Windowa: statistics. **STATSOFT, Inc.**, Tulsa. 2005.

STEPHEN, D.; MOSS, B.; PHILLIPS, G. The relative importance of top-down and bottom-up control of phytoplankton in a shallow macrophyte-dominated lake. **Freshwater Biology**, v. 39, p. 699-713, 1998.

TAKEDA, A.M.; SOUZA-FRANCO, G.M.; MELO, S.M.; MONKOLSKI, A. Invertebrados associados às macrófitas aquáticas da planície de inundação do alto rio Paraná. In: THOMAZ, S.M.; BINI, L.M. (Eds.) **Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas**. Maringá: Eduem, 2003. p. 243-260.

TOKESHI, M. **Species Coexistence: Ecological and evolutionary perspectives**. London: Blackwell Science, 1999, 454 p., il.

VAN DEN BERG, M.S.; COOPS, H.; NOORDHUIS, R.; VAN SCHIE, J.; SIMONS, J. Macroinvertebrate communities in relation to submerged vegetation in two *Chara*-dominated lakes. **Hydrobiologia**, v. 342/343, p. 143-150, 1997.

VONO, V.; BARBOSA, F.A.R. Habitats and littoral zone fish community structure of two natural lakes in southeast Brazil. **Environmental Biology of Fishes**, v. 61, p. 371-379. 2001.

WARFE, D.M.; BARMUTA, L.A. Habitat structural complexity mediates the foraging success of multiple predator species. **Oecologia**, v. 141, p. 171-178, 2004.

WARFE, D.M.; BARMUTA, L.A. Habitat structural complexity mediates food web dynamics in a freshwater macrophyte community. **Oecologia**, v. 150, p. 141-154, 2006.

WEBSTER, M.M.; HART, P.J.B. Substrate discrimination and preference in foraging fish. **Animal Behaviour**, v. 68, p. 1071-1077, 2004.

WOOTON, R.J. **Ecology of Teleost Fishes**. 2^aed. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1999, 386p., il.

7. ANEXO: Problemas na realização do experimento

Quebrando o protocolo e a estrutura normal de uma dissertação de mestrado, elaborei uma série de sugestões que podem ser úteis àqueles que pretendem realizar experimentos envolvendo peixes, invertebrados, aquários ou videografia. Enfim, nesse anexo pretendo apresentar os detalhes do procedimento experimental adotado no presente trabalho. Esse anexo não pretende ser um manual, ou uma “receita de bolo”, mas um depoimento que sumariza a experiência pessoal que tive ao realizar esse estudo. Um depoimento de alguém, que até então só tinha trabalhado com a comunidade de macrófitas macroscópicas, de fácil captura e manuseio.

Expresso minha primeira opinião tentando buscar um padrão no comportamento dos alunos de graduação e mestrado (e talvez doutorado). Acredito que os alunos sempre apresentam determinadas características: idealistas, donos da “verdade”, corajosos e destemidos, porém utópicos. Falta-nos muita experiência e bom senso (eis a razão de sermos alunos e não professores). Fui o exemplo mais típico (infelizmente). Apresento abaixo meus argumentos para acreditar que não passo de um aluno mais ignorante do que pensava. Faço votos que esse anexo que seja útil aos inúmeros alunos iniciantes na vida científica, acendendo um pequenino lampejo de lucidez em suas escuridões de ignorância. Alunos, do fundo do coração, BOA SORTE...

Converse muito, com todos que encontrar na frente, peça opiniões e sugestões, até aquele que te parece mais ignorante pode te dar conselhos valiosíssimos...

1- Obtenção dos organismos em campo ☺...e em tanques de aquicultura ☹

Minha idéia era de representar experimentalmente o ambiente natural (utopia). Para tal utilizaria um peixe nativo, capturado na nossa região, com alta abundância e ampla distribuição (ok, consegui com muito custo --- as dificuldades estão descritas abaixo), quironomídeos nativos, invertebrados abundantes tipicamente associados à macrófitas, capturados na nossa região (ok, consegui com muito custo --- as dificuldades estão descritas abaixo) e finalmente um grupo diferente de presas, que tem uma maior capacidade natatória, um organismo zooplânctônico, de preferência um cladóceros, altamente abundante, grande (o desejo óbvio e ideal, típico de um idealista), logicamente capturado na nossa região. Todos em abundâncias semelhantes às encontradas nas lagoas, os ambientes típicos desses organismos...DOCE ILUSÃO!

a) 1ª pedra no caminho: Captura dos peixes.

Decidimos utilizar armadilhas utilizadas anteriormente em outros estudos com peixes de pequeno porte. Teoricamente, aquelas armadilhas capturavam muitos peixes, principalmente dessa espécie, que é altamente abundante, em poucas horas. Eu disse teoricamente!

A natureza pregou sua primeira peça. Não foi fácil, procuramos em diversas lagoas, deixamos as armadilhas várias horas, noites, mas na primeira semana do experimento piloto nada de peixe (desespero bate, você começa a sonhar com o peixe, pensar em comprar peixes, mas esse peixe não era comercial!). Como que por milagre, a partir da segunda semana os peixes apareceram, dezenas em poucas horas, na lagoa mais próxima da nossa estação de pesquisa! 1º aprendizado: estoque peixes enquanto

pode! Na próxima semana eles podem não estar lá! Por que? Não tenho a mínima idéia, deixe essa questão para um “peixólogo”, como diria o Prof. Fábio. Assim conseguimos manter um estoque razoável, e sempre que tinha sorte, capturava mais peixes, nunca se sabia quando iríamos precisar. Tratar deles foi fácil, uma salpicada diária de farelo de milho resolveu o problema (dica e tarefa do caseiro da base de pesquisas – Tião).

b) 2ª pedra no caminho: Captura dos quironomídeos.

Como na primeira tentativa do projeto piloto não conseguimos capturar a espécie de peixe desejada, para não perdermos a viagem, utilizamos outra espécie de peixe de pequeno porte (a única que conseguimos capturar 6 indivíduos) para realizar outros testes. Veio então o segundo desespero: não encontramos quironomídeos em elevada abundância nas raízes das plantas, só uns pingados aqui e ali. Todos diziam que era o grupo mais abundante e tal, simplesmente não achamos suficiente! E olha que passamos a tarde inteira procurando...

No final da tarde, com o sol quase se pondo, e com o Nei quase abrindo a cachaça, achamos a “enorme” quantidade de 20! O experimento começava a ficar inviável, 20 era o número que eu tinha que usar por aquário, e o experimento teria, no mínimo, 18 aquários. Por que eu simplesmente não achava, se era o grupo mais abundante? Descobri na semana seguinte: na segunda tentativa do projeto piloto, dentre as pessoas que formavam a equipe estava a Josi, na época uma aluna de mestrado, que já tinha trabalhado com zoobentos, especialmente quironomídeos. Coincidência ou não, não tivemos dificuldades de achar os quironomídeos. Não lembro ao certo, mais creio que ela achou uns 100 em apenas 1 hora e meia de trabalho! Quironomídeos não eram mais o problema, o problema era convencer a Josi a me ajudar as próximas semanas...

c) 3ª pedra no caminho: Captura dos cladóceros (ou seriam ostrácodas?).

Nessa altura do campeonato eu tinha resolvido os seguintes problemas: peixes e quironomídeos. Mas comecei a pensar, se com quironomídeos, que é um organismo relativamente grande e visível, eu já tive esses contratemplos, imagine com ZOOPLÂNTON!?!?!?

Convenci-me, depois de muito custo, que seria humanamente impossível filtrar água suficiente para separar, no mínimo 900 cladóceros vivos (50 por aquário --- a abundância razoável a ser utilizada).

Como iria resolver meu problema? Como os autores conseguiam seus organismos? Os raros que descreveram esses procedimentos, disseram que capturaram em cultivos, ou seja, em tanques de aquicultura. Felizmente, em nossa Universidade existe o laboratório de aquicultura e os pesquisadores de lá já trabalharam com organismos planctônicos em experimentos. Nessas alturas, a idéia de representar perfeitamente o ambiente natural tinha ido para o espaço.

Conversei com o pessoal da aquicultura, foram muito atenciosos, me explicaram todo o procedimento de captura e contagem dos organismos. Bom, pelo menos eu iria ter os organismos para o experimento. Porém, no tanque de cultivo não haviam cladóceros, eles simplesmente se recusaram a aparecer...mas havia uma explosão de ostrácodas, organismos nativos, típicos dos ambientes litorâneos dominados por macrófitas, grandes, visíveis, em abundância relativamente alta...enfim, boas notícias nesse experimento!

Decidimos utilizar ostrácodas, ao invés de cladóceros, cultivados em cativeiro. Não era o ideal, pois ostrácoda não é o item principal do nosso peixe, mas o mais sensato a fazer.

A primeira lavagem do aquário é necessária...a silicone usada na sua vedação pode ser tóxica. Proceda a lavagem só com água, podendo manter o aquário cheio algumas horas, descartando a água depois.

2- Aclimação e acondicionamento dos peixes ☺...☹

d) 4ª pedra no caminho: aclimação dos peixes.

Indubitavelmente, a água que se utiliza no experimento, principalmente em microcosmos, deve ser a mesma na qual os peixes foram aclimatados. Inicialmente, após a captura do peixe no ambiente, deve-se aclimatar o peixe em grandes locais (exemplo: *Moenkhausia* --- tamanho máximo de aproximadamente 10 centímetros --- utilizada no experimento, se aclimatou bem em tanques de 1000 litros, porém inicialmente tentamos diretamente nos aquários...fracasso!). Passar os peixes no local do experimento (nosso caso aquários de 20 litros) é outro empecilho. O melhor é passar inicialmente os peixes para um balde com a água do tanque de aclimação e após para o aquário, com muito cuidado, capturando calmamente o peixe em uma pequena rede e mantendo-o o mínimo possível fora d'água. Essa atitude é necessária, pois evita que o peixe seja transportado por muito tempo fora d'água. No nosso caso, o local onde estavam os tanques de aclimação é relativamente longe de onde ficavam os aquários. Sofremos muito com isso, pois claramente os peixes se estressavam devido à nossa inexperiência. Sentimos-nos realmente como peixes fora d'água...e aprendemos como isso é ruim e estressante. O enchimento do aquário deve ser feito pouco antes do início do experimento, e a água deve ser a mesma dos tanques, para que não haja diferenças em suas características como temperatura e pH.

Houveram muitas mortes e tristezas no experimento piloto devido à problemas na aclimação (a maior decepção que já tive foi ver os peixes de barriga para cima...cachaças rolaram para beber os defuntos...).

O tempo em que o peixe deve ficar em jejum antes do experimento deve ser verificado com muita cautela. Os experimentos-piloto mostraram que para esse peixes, o mínimo necessário era 3 dias. Peixes que ficaram menos de 3 dias em jejum não comiam.

O estresse do peixe durante o período experimental deve ser minimizado. Em algumas tentativas, o barulho de pessoas na base de pesquisas prejudicou nosso experimento, e tivemos que descartar essas réplicas (tempo e dinheiro perdidos).

Empreste as melhores câmeras disponíveis, tecnologia faz muita diferença em um experimento como esse.

3- Tecnologia de filmagem e análise dos vídeos:

Lógico, uma filmadora digital de alta resolução seria perfeita para nosso propósito. Porém ainda não temos dinheiro para adquirir tal equipamento. Dessa forma, tentamos utilizar as câmeras fotográficas que tem opção de filmagem. Pensamos que seria possível pelo menos identificar o peixe, e isso seria o suficiente. Porém esbarramos em dois problemas: não conseguíamos identificar nada e haja memória para gravar 4 horas de filme em uma câmera digital!

Conclusão: apelamos para a boa e velha filmadora VHS. Apesar de uma qualidade relativamente boa, ainda assim foi muito difícil analisar os vídeos. Eita trabalhinho penoso!

Imagem: 4 horas de filmagem, 5 aquários por tratamento, 3 tratamentos = 60 horas de análise de vídeo. Muita pipoca e pó de guaraná para agüentar. Essa foi a parte mais maçante e difícil do experimento. O ideal é analisar no máximo 2 horas por dia. É muito menos estressante e gera menos observações equivocadas.

E o pior de tudo foi que não conseguimos analisar realmente o que queríamos. A idéia era marcar quantas vezes cada peixe visitava as plantas, medindo o intervalo de tempo gasto perto da planta, além de determinar quantas vezes o peixe nadava, com os intervalos de tempo correspondentes. Isso geraria um conjunto de dados riquíssimo. Já tínhamos idéias de trabalhar posteriormente com físicos, para tentar achar padrões na natação dos peixes e na exploração do ambiente por esses. Porém, a qualidade do vídeo não ajudou e foi humanamente impossível realizar tal análise. Além disso, como os

peixes nadavam atrás das plantas, era impossível rastrear o mesmo peixe durante todo o período sem o confundir com seus companheiros de aquário. A solução foi utilizar o método descrito no presente trabalho. Pelo menos pudemos ter a idéia do comportamento do peixe em ambientes vegetados.

TA BOM OU QUER MAIS?

A despeito de todas as dificuldades, a experiência de realizar esse trabalho experimental foi extremamente recompensadora, aprendi muito, e para mim isso é o que realmente importa. Arrisquem, sejam ousados sim, mas nunca fugindo do bom senso. Assim é que a ciência avança!

Quando os cientistas conhecem o pecado: *“A inteligência do homem – até onde avançará? Em que ponto a sua impudência audaciosa encontrará limites? Se a vileza humana e a vida humana crescem na devida proporção, se o filho sempre supera o pai em maldade, os deuses devem acrescentar outro mundo a esta terra, para que haja espaço para todos os pecadores”* Eurípedes, *Hipólito* (428 a.C.). Extraído de “O mundo assombrado pelos demônios”, Carl Sagan.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)