



VI-052 – ESTUDO DO IMPACTO DE HERBICIDA SOBRE ALGUNS COMPONENTES DA BIOTA AQUÁTICA

Alcianne Crivellaro Viana⁽¹⁾

Bióloga pela Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUC-PR). Consultora Ambiental Autônoma na Área de Implantação e Gerenciamento de Programas de Controle da Qualidade Laboratoriais e em Auditoria Ambiental.

Francisco Alves Trindade⁽²⁾

Engenheiro Agrônomo pela Universidade Federal de Lavras (UFLA). Especialista em Gestão Ambiental e de Recursos Hídricos (Ecobusiness School). Mestre em Agronomia pela UFLA. Professor da Fundação Educacional Vale do Rio São Francisco - Escola Superior de Meio Ambiente (ESMA), Iguatama-MG.

Robinson Antônio Pitelli⁽³⁾

Engenheiro Agrônomo pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP). Mestre e Doutor em Agronomia pela Universidade de São Paulo (USP). Pós-Doutor pela University of Florida. Professor Titular Aposentado da UNESP (Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária de Jaboticabal - Departamento de Biologia Aplicada). Diretor Científico da Ecosafe Agricultura e Meio Ambiente SC Ltda.

Endereço⁽¹⁾: Av Anita Garibaldi, 491, apto 24 - Curitiba - PR - CEP 80540-180 - Brasil - Tel. (41) 8811-5009 - e-mail: alcianne@uol.com.br

Endereço⁽²⁾: Rua Visconde de Araxá, 200 - São João Del-Rei - MG - CEP: 36300-022 - Brasil - Tel: (32) 8816-5646 e-mail: fa.trindade@ig.com.br

Endereço⁽³⁾: Rua Monteiro Lobato, 856 - Jaboticabal - SP - CEP: 14870-470 - Brasil - Tel: (016) 3203 - 3117 e-mail: rapitelli@icosafe.agr.br

RESUMO

Os efeitos ambientais dos agrotóxicos vêm sendo alvo de debates técnicos. As avaliações dos riscos ou impactos ambientais do uso destes produtos, objetivam gerar informações que visem a proteção e conservação da natureza. Para tanto, é necessário um adequado conhecimento do comportamento destes produtos químicos no ambiente de aplicação e áreas passíveis de serem atingidas. Pesquisas ecotoxicológicas objetivam fornecer conhecimentos e técnicas necessárias para o controle e regulação da poluição aquática. Os ecossistemas modelo, tanto laboratoriais como ao ar livre, fornecem um instrumento útil para se estimar, por tentativa ou preliminarmente, o efeito de poluentes ou de outras perturbações impostas experimentalmente e relacionadas com as atividades humanas. Os testes de toxicidade realizados no próprio ambiente oferecem algumas vantagens com relação àqueles desenvolvidos em laboratório, principalmente porque os exemplares ficam diretamente sujeitos às variações ambientais. O experimento aqui descrito assemelha-se estruturalmente e funcionalmente aos ecossistemas dos quais é derivado. Este trabalho se propôs a uma avaliação ecotoxicológica do herbicida imazapyr, isto é, verificação das variações quantitativas de peixes (*Tilapia* sp., *Phalloceros caudimaculatus*, *Cyprinus carpio* e *Coridora* sp) e variações quali-quantitativas de fitoplâncton, e zooplâncton. O experimento foi conduzido em condições de mesocosmos, os quais continham água e sedimento de lago natural, assim como os organismos avaliados. O herbicida foi aplicado na dosagem de 1,0 Kg i.a./ha por meio de pulverização sobre a lâmina d'água. Os resultados evidenciaram que, nas condições de estudo de mesocosmos conduzidas, o imazapyr não promoveu impacto expressivo e significativo sobre os componentes avaliados na biota aquática, acentuando que não foram observadas alterações significativas nas estruturas das comunidades planctônicas e ausência de efeitos letais sobre as populações de peixes.

PALAVRAS-CHAVE: Herbicida, Agrotóxico, Biota Aquática, Impacto Ambiental.

INTRODUÇÃO

Nos levantamentos do impacto ambiental de pesticidas, os microcosmos são utilizados para integrar, confirmar e complementar as informações obtidas a partir de testes convencionais de toxicidade em laboratório. Em vez de expor uma população de uma única espécie ao herbicida, populações de duas ou mais espécies, geralmente representando diferentes níveis tróficos, são mantidos e expostos ao poluente. Esta abordagem é uma tentativa de se criar uma situação experimental mais realista e, portanto, mais aplicável para situações de campo. As simulações experimentais em microcosmos, geralmente efetuadas em tanques



expostos ao ar livre, representam uma alternativa viável às manipulações em mesocosmos ou *in situ*, que são mais caras e difíceis de controlar.

Na utilização de controle químico de plantas aquáticas com herbicida, faz-se necessária a avaliação da interferência do agente químico frente a organismos aquáticos, uma vez que é facilmente veiculado em todo corpo d'água. Deve-se salientar que os testes e bioensaios realizados em condições totalmente controladas, com organismos aquáticos e terrestres, mostram dados extremamente favoráveis ao uso do herbicida, isto é, praticamente não tóxicos em relação a trutas, carpas, abelhas, pássaros e patos selvagens. Em complementação a estes resultados é importante ressaltar a necessidade de se avaliar o possível impacto ambiental causado pelo uso do herbicida em exemplares representativos da fauna brasileira, que ficam diretamente sujeitos às variações ambientais.

O presente trabalho procurou gerar informações sobre o impacto do herbicida imazapyr sobre o meio aquático, considerando-se a toxicidade aguda deste agrotóxico sobre componentes da biota aquática no que diz respeito a avaliar a influência na variação e no crescimento de espécies naturais de fito e zooplâncton, desenvolvimento e sobrevivência de peixes nativos de importância na piscicultura

Os resultados evidenciam que, nas condições de estudo de mesocosmos conduzidas, o herbicida aplicado na dose de 1,0 Kg i.a./ha não promoveu impacto expressivo e significativo sobre os componentes avaliados na biota aquática, acentuando que não foram observadas alterações significativas nas estruturas das comunidades bacterianas e planctônicas e ausência de efeitos letais sobre as população de peixes.

MATERIAIS E MÉTODOS

Descrição do Experimento

O trabalho foi desenvolvido no Campus do Centro Politécnico, Universidade Federal do Paraná-UFPR. Foram utilizados sete mesocosmos de fibra de amianto, com capacidade para 1 m³, posicionados a uma distância de 60 cm entre si, e parcialmente enterrados em profundidade de 47 cm do solo, para evitar variações bruscas de temperatura. Estes recipientes receberam uma camada de 10 cm de sedimento coletado de lago natural. A lâmina d'água foi mantida até 10 cm da borda superior do mesocosmo. A água foi coletada no mesmo corpo hídrico do sedimento e continha populações naturais de organismos planctônicos. Todos os recipientes foram colonizados com quantidades similares de macrófitas aquáticas, sendo uma espécie emersa (*Eichhornia crassipes*) e duas submersas (*Elodea* sp e *Cabomba caroliniana*). Também receberam quatro espécies de peixes: *Tilapia* sp., *Phallocheros caudimaculatus*, *Cyprinus carpio* e *Coridora* sp.

A estrutura para o ensaio experimental consistiu de:

Testemunhas – para as testemunhas reservou-se quatro caixas. As quais foram denominadas de Controle Branco (CB), sem manipulação de qualquer tipo. As suas réplicas receberam números para identificação, assim a réplica número 1 do controle branco recebeu o código CB1, a número 2 CB2, a terceira e a quarta CB3 e CB4, respectivamente.

Tratamento com Imazapyr – para os tratamentos utilizou-se três caixas, as quais foram denominadas de DAR 41, DAR 42 e DAR 43 (Dosagem Agronomicamente Recomendada).

Com o ecossistema já montado, deixou-se em repouso por 4 semanas, período destinado a homeostase (equilíbrio) do sistema.

O tratamento, consistiu da aplicação do herbicida imazapyr, na concentração de 1,0 Kg i.a./ha, por meio de pulverização de uma única aplicação sem renovação da água sobre toda lâmina d'água. Os tanques testemunhas foram cobertos com lona plástica evitando possível contaminação. As populações de fitoplâncton e zooplâncton foram monitorados durante todo o experimento. A sobrevivência e os dados biométricos de quatro espécies de peixes foram avaliados no início e término do experimento.

Caracterização do Princípio Ativo Utilizado

Nome químico: Sal de amônia do ácido nicotínico 2-(4-isopropil-4-metil-5-oxo-imidazolina-2-ilo)*

(IUPAC) 266,3 g/L

Ingredientes inertes 733,7 g/L

*Equivalente a 250 g do ácido nicotínico 2-(4-isopropil-4-metil-5-oxo-2-imidazolina-ilo) (IMAZAPYR) por litro.



Nome comum: Imazapyr
Nome comercial: Arsenal NA
Grupo químico: Imidazolinonas
Formulação: Concentrado Solúvel
Irritação nos olhos: Reversível
Mutagenicidade: Não é mutagênico no teste Ames
LC50 (peixes) > 100 mg/L
Registrado no IBAMA sob o número: 715/93
Registrado no EPA sob o número: 241-273

Modo de Ação do Herbicida

Trata-se de um herbicida pós-emergente com mecanismo de ação do ingrediente ativo, imazapyr, que atua reduzindo os níveis de três aminoácidos alifáticos de cadeia ramificada (valina, leucina e iso-leucina), pela inibição do ácido acetohidróxido sintetase (AHAS), uma enzima comum na via biossintética desses aminoácidos. Esta inibição interrompe a síntese protéica, que por sua vez interfere na síntese do DNA e no crescimento celular.

Dados Climáticos

Durante a aplicação:

No dia o tempo se encontrava ensolarado com períodos parcialmente nublado, temperatura máxima 28,7 °C, mínima 18°C e média 22°C, umidade relativa 81,9%, vento 2,4 m/s. A aplicação teve início às 16h15, com as condições: chuva zero (mm); temperatura 25,8 °C; umidade relativa 65,6% e vento 4,1 m/s.

Pós-aplicação

Um dia após a aplicação a temperatura máxima, mínima e média foram 27,5; 16,4 e 21 °C (respectivamente), umidade relativa 77,1% e chuva 0,2 mm. A temperatura média no segundo dia após a aplicação ficou em 22,2 °C e no terceiro em 23,5 °C; sem precipitação pluviométrica nestes dias.

Monitoramento das Condições Ambientais d'água Pré e Pós-aplicação

O ambiente aquático apresenta dinamismo que envolve transformações de características físicas, químicas e biológicas. Neste experimento fez-se análises da água com a frequência de duas vezes ao dias para os parâmetros essenciais como temperatura, oxigênio dissolvido e potencial hidrogeniônico. As amostragens de água, para a avaliação destes parâmetros foram obtidas através da imersão de tubo de vidro, a 30 cm da lâmina da água.

Material Biológico

Peixes

Foram utilizadas, para cada tanque, 4 espécies de peixes representativas da piscicultura. Em cada um dos tanques experimentais foram introduzidos 15 a 25 exemplares de cada espécie. Todos os exemplares foram obtidos junto a Estação de Piscicultura Pescobrás, localizada na Rodovia Alexandra Matinhos, Paraná. As espécies foram:

- *Tilapia sp.* (tilápia): pertencente a família *Cichlidae*, é um peixe considerado rústico e suporta as condições mais adversas, são herbívoros, peixes próprios para águas calmas e pouco fundas. Introduziu-se 20 exemplares com peso médio de 0,656 g e comprimento total médio igual a 2,85 cm.
- *Phalloceros caudimaculatus* (barriguinho): pertencem a família *Characidae*, pequeno porte, presença da nadadeira dorsal e anal, corpo normal, nadadeira adiposa sempre ausente, peixes vivíparos, utilizam a camada superior da coluna d'água. Para o bioensaio introduziu-se 25 exemplares na fase adulta para cada tanque, peso médio 0,8112 g e comprimento total médio igual a 3,105 cm.
- *Cyprinus carpio* (carpa): pertencente a família *Cyprinae*, espécie que explora todas as formas de coluna d'água, utiliza mais o fundo alimentando-se do sedimento e quando em estágio larval alimentam-se de rotíferos seguidos de cladóceros. Dificilmente ingerem algas nesta fase, espécie tradicionalmente usada em aquicultura devido ao fato de apresentar alta taxa de crescimento em relação a sua pouca exigência na parte alimentar. Os 20 exemplares utilizados para cada caixa neste bioensaio estavam na fase juvenil, peso médio 1,3038 g e comprimento total médio igual a 3,226 cm.
- *Coridas sp* (cascudinho): pertencem a família *Callichthyidae*, hábito e alimentação de fundo. Alimentam-se de algas e ainda comem as sobras dos alimentos dos peixes e outros detritos que caem no fundo, onde vivem, pois são desprovidos da vesícula natatória e muito sensíveis a poluição. Possuem corpo forte que se afina para trás, medindo de 6 a 7 ½ cm, possuem pequenos dentes ganchiformes para raspar as placas de algas das pedras



e a área do focinho é comprida ou arredondada. Quinze exemplares destes organismos da fase adulta foram introduzidos em cada uma das caixas-teste, peso médio 8,702 g e comprimento total médio igual a 6,34 cm. Observou-se a sobrevivência das quatro espécies em todos os tratamentos durante todo o experimento, assim como os dados de peso e comprimento total foram obtidos no início e ao término do estudo.

Fitoplâncton

Foram realizadas coletas da superfície da água em frascos de 500 ml, fixadas em lugol acético e mantidas em local protegido da luz. As contagens efetuaram-se em microscópio invertido, WILD, em câmaras de sedimentação (Método de Üthermohl, 1958), sendo a contagem expressa em organismos/mL. O método escolhido para a quantificação das algas foi a contagem por transectos até estabilização da curva para o aparecimento de espécies diferentes. Os resultados finais constaram, também, da indicação de grupos e gêneros dominantes.

Zooplâncton

Para a amostragem dos organismos zooplancônicos foi utilizada uma rede cônica com malhagem de 63 μm , através da qual foram filtrados 10 litros de água de cada um dos tanques, nas datas pré-determinadas (15 coletas no total). O material retido na rede foi transferido para frascos contendo formaldeído concentrado, de forma a obter uma solução final a 4%.

Os organismos coletados foram analisados através de técnicas padronizadas de microscopia óptica. A identificação foi feita ao nível de espécie ou gênero para todos os grupos dominantes. Aliquotas das amostras totais foram tomadas com o auxílio de uma pipeta tipo Stempel para contagem dos organismos. A abundância dos diferentes táxons foi calculada de acordo com o volume de água originalmente filtrada, expressando-se os valores em organismos por litro.

RESULTADOS

Temperatura

A temperatura da água, que é um importante dos fatores mais importantes para a vida aquática, variou de 18 a 26,9 °C, considerando-se todos os tanques, no período da manhã. Para o período da tarde a temperatura variou de 18 a 30,2 °C, durante todo o experimento. Sendo registrada uma tendência para a maior frequência de temperaturas entre 25 e 26 °C para o período da manhã. Já para o período da tarde a maior frequência de temperaturas ficou entre 26 e 27 °C. Como era de se esperar, as temperaturas mais elevadas ocorreram no período da tarde.

Oxigênio Dissolvido

A quantidade de oxigênio dissolvido obtida no período da manhã, durante o experimento (27 dias antes do tratamento a 33 dias após), ficou compreendida entre 107,75 a 25,18 %O₂D/L. Pela manhã a tendência para a maior frequência de valores deste parâmetro, durante todo o experimento, foi entre 50 a 80 %O₂D/L. No período da tarde, as concentrações de oxigênio dissolvido mantiveram-se mais altas e menos constantes do que no período da manhã. Um dia antes da aplicação do herbicida até o término do experimento a maior tendência foi observada entre 100 a 130 %O₂D/L, sendo observado que para o período da manhã determinou-se sempre valores inferiores aos obtidos para o período da tarde.

Para uma água ser considerada de boa produtividade biológica, o oxigênio dissolvido nunca deverá ser inferior a 5 ppm. Águas com teores médios de oxigênio dissolvido revelam valores entre 6,5 até 8,6 ppm. Qualquer grande excesso de oxigênio dissolvido também é prejudicial e pode matar os peixes por embolia gasosa.

A determinação do gás oxigênio dissolvido, é muito útil por diversos motivos, já que brinda uma rápida informação relacionada a qualidade da água, capacidade autodepurativa e nível trófico do ambiente em questão de acordo com seu comportamento tempo espacial.

Potencial Hidrogeniônico - pH

A concentração de pH durante as primeiras horas do dia, mantiveram-se mais constantes do que aqueles obtidos ao entardecer. A variação encontrada para a média do tratamento e do controle, no período da manhã,



durante todo o experimento, foi de 5,81 a 8,10 unidades, com maior frequência de dados entre 6,6 a 7,2 unidades. Para o período da tarde obteve-se uma variação entre 6,23 a 11,32 unidades, e um intervalo agrupando a maior tendência dos valores, entre 7,5 a 8,5 unidades de pH. As médias obtidas no período da manhã foram sempre inferiores as da tarde.

O pH deve estar entre 5 e 9, como limites extremos para tolerância da vida vegetal e animal (inclusive peixe), e para este último o pH médio deve oscilar entre 6,5 até 8,5.

Peixes

Sobrevivência

As quatro espécies de peixes utilizadas neste ensaio, *Tilapia sp.* (Tilápia), *Corydoras sp.* (Coridora, Cascudinho), *Ciprinus carpio* (Carpa Comum) e *Phalloceros caudimaculatus* (Barrigudinho), foram avaliadas quanto a sua sobrevivência e desenvolvimento corpóreo.

A taxa de sobrevivência obtida, para as espécies avaliadas neste experimento, foram maiores nos tanques que receberam pulverização do herbicida, do que nos tanques que não receberam nenhum tipo de tratamento químico.

Para o *Corydoras sp.*, espécie considerada de fundo por remexer o sedimento a procura de alimentos, não houve diferenças nas taxas para o e o tratamento.

Peixes que habitam a superfície, *Phalloceros caudimaculatus*, apresentou altas taxas de sobrevivência nos tanques tratados. A baixa porcentagem de sobrevivência nos tanques controle (64%) deve estar relacionada a outras variáveis impostas pelo meio, as quais não puderam ser identificadas. Os dados de mortalidade observados para peixes, neste experimento, podem estar associados a temperatura, condições específicas de sobrevivência para cada espécie e muitos outros.

As porcentagens de sobrevivência das quatro espécies avaliadas, em cada tratamento, estão representadas nos Quadros 1 e 2.

Dados Biométricos

Quanto ao peso e comprimento médio, para os peixes nos diferentes tratamentos, foi observado que para a *Tilapia sp.* (Tilápia), *Corydoras sp.* (Cascudinho), *Ciprinus carpio* (Carpa) as taxas de crescimento foram semelhantes entre os grupos controle tratados. Nenhum dos exemplares expostos ao herbicida e aos controles apresentou quaisquer deformidades durante o experimento.

Quadro 1: Porcentagem de sobrevivência nos tanques controle para as quatro espécies estudadas.

Espécies	Número inicial de exemplares	Número final de exemplares				Média porcentagem de sobrevivência
		CB1	CB23	CB3	CB4	
Tilápia	20	18	14	10	15	71,25%
Coridora	15	15	15	11	15	93,32%
Carpa	20	16	17	12	15	75%
Barrigudinho	25	20	11	13	20	64%

Quadro 2: Porcentagem de sobrevivência nos tanques tratados com 1,0 Kg/ha de imazapyr.

Espécies	Número inicial de exemplares	Número final de exemplares			Média porcentagem de sobrevivência
		DAR 41	DAR 42	DAR 43	
Tilápia	20	17	14	20	85%
Coridora	15	12	15	15	93,33%
Carpa	20	17	18	15	83,33%
Barrigudinho	25	20	20	24	85,33%

Fitoplâncton

Início do experimento – primeira avaliação do fitoplâncton

Ao se iniciarem os estudos, os tanques controle amostrados apresentaram densidade inicial do fitoplâncton diferenciadas entre si: o tanque CB1 continha 3072 ind.mL⁻¹, em CB1 contaram-se 8615 indivíduos, em CB3 12058 e em CB4 7583 ind.mL⁻¹. Naqueles a serem tratados na concentração de 1,0 Kg i.a./ha (T41, 42, 43) de Imazapyr, as leituras ficaram entre de 6500 a 9067 ind.mL⁻¹. Portanto, a comunidade fitoplanctônica encontrava-se bastante heterogênea, em termos quantitativos, nos diferentes tanques analisados.

No aspecto qualitativo pode-se dizer que as algas verdes foram importantes componentes do fitoplâncton na fase início do experimento. Foram representadas pela Chlorococcales, principalmente dos gêneros *Moniraphidium* e *Scenedesmus*. São algas com extrema facilidade de divisão celular, necessitam tempo relativo de contato com nutrientes para absorção, portanto, presentes há maior estabilidade da coluna d'água. Além disso, são bastante adequadas à alimentação do zooplâncton.

Fase inicial do experimento – 10 dias antes da aplicação do herbicida (5 a 14/01)

Antes da aplicação do herbicida, a tendência geral nos tanques tratados foi redução do número de algas, em relação aos primeiros dias de análise. Exclui-se desta afirmativa os tanques 42 (Figura 1). Um dia antes do tratamento ocorreu um pico na densidade de algas e superior aos valores iniciais (5/01) para o fitoplâncton no controle (Figura 2). Nos tanques tratados um dia antes da aplicação ocorreu um decréscimo, porém igualando-se à densidade do início da avaliação.

Fase posterior à aplicação do herbicida (16 a 23/01 e 27 a 16/02)

No dia 15 de janeiro foi realizada a aplicação do herbicida. Quanto à variação do número de espécies de algas, os tanques tratados com o produto apresentaram uma redução de maneira expressiva nos dias subsequentes à aplicação até o dia 21, quando houve um aumento nos tanques T42 e T43. O comportamento do desenvolvimento de algas nos tanques ao longo do tempo, após o período de ação do herbicida foi bastante irregular, mostrando picos alternados (Figura 1).

Analisando-se valores médios dos tanques considerando o dia imediatamente antes da aplicação (14 de janeiro) do produto e os dois dias (16 e 17 de janeiro) após pulverização, conseguiu-se visualizar uma queda de biomassa na média dos tanques que receberam o herbicida. A média da densidade fitoplanctônica do controle que diminuiu no dia 16, passou a se elevar no dia seguinte com reduções ocorrendo nos dias 23 de janeiro e próximo do final do experimento, isto é, no dia 13 de fevereiro (Figura 2). As perdas de biomassa observadas, basicamente se deveu pela redução no número de algas verdes (clorofíceas). Levando-se em conta a biomassa de algas, ou seja, o número de indivíduos contatados, observou-se uma tendência a perda de biomassa no período após aplicação do herbicida, basicamente pela redução no número de algas verdes (clorofíceas).

Número de espécies

As variações qualitativas observadas nos tanques estudados não obedeceram um padrão apenas, observou-se que em alguns tanques as clorofíceas predominaram durante todo o período de análises. Em outros houve maior competição das algas verdes com representantes flagelados de outros grupos de algas (criptofíceas, crisofíceas, dinofíceas e euglenofíceas), sendo que os dinoflagelados mostraram-se mais eficientes no



desenvolvimento, ao final do experimento. Os comportamentos descritos ocorreram tanto nos tanques tratados, como nos controles e nem sempre foram semelhantes entre as réplicas de um mesmo tratamento.

Zooplâncton

Fase inicial do experimento – 10 dias antes da aplicação do herbicida (fase 1: 5 a 14/01)

Antes da aplicação do herbicida, observou-se que para a biomassa do zooplâncton, os valores médios estiveram muito próximos entre si, quando comparados os tanques controle e os tratados com o herbicida (Figura 2).

Fase posterior à aplicação do herbicida (fase 2: 16 a 23/01 e fase 3: 27 a 16/02)

Durante a fase 2 do experimento, ou seja, ao longo da primeira semana após a aplicação do produto, as médias dos valores de abundância total do zooplâncton foram significativamente maiores nos tanques controle em relação aos de tanques tratados. No decorrer da última fase do experimento, as diferenças significativas não foram evidenciadas entre si. A biomassa média do zooplâncton ao longo do tempo, mostrou uma tendência de diminuição, principalmente na fase 3 do experimento, tanto no controle como nos tanques tratados, sendo que a média para o controle evidenciou-se maior (Figura 2). Este comportamento sugere que associações zooplancônicas podem retornar a um novo estado de equilíbrio dinâmico ao longo do tempo.

Número de espécies

Tecamebas, rotíferos e copépodes ciclopóides foram os grupos numericamente dominantes do zooplâncton ao longo do período estudado. O número total de táxons identificados foi de 87, sendo 13 de tecamebas, 58 de rotíferos, e 4 de copépodes e 8 de cladóceros, além de ocorrências ocasionais de nematóides, alíquoetos, estrácode e larvas de insetos.

Embora tenha sido registrado um número relativamente elevado de táxons, a maioria deles apresentou baixa abundância e frequência de ocorrência. Ou seja, poucas espécies dominaram ao longo de todo o período de amostragens, com destaque para *Arcella spp.* Entre as tecamebas, *Polyarthra vulgaris* e *trichocerca spp.* (especialmente *T. similis*) entre os rotíferos, e náuplios de *Tropocyclops prasinus* entre os coépodes.

Ocorreram variações qualitativas importantes entre os tanques estudados, com o aumento ou decréscimo na abundância relativa dos grupos taxonômicos ao longo do tempo. Estas mudanças qualitativas foram verificadas tanto nos tanques tratados com o herbicida quanto nos tanques controle.

Figura 1: Variação do número de espécies de algas ao longo do tempo

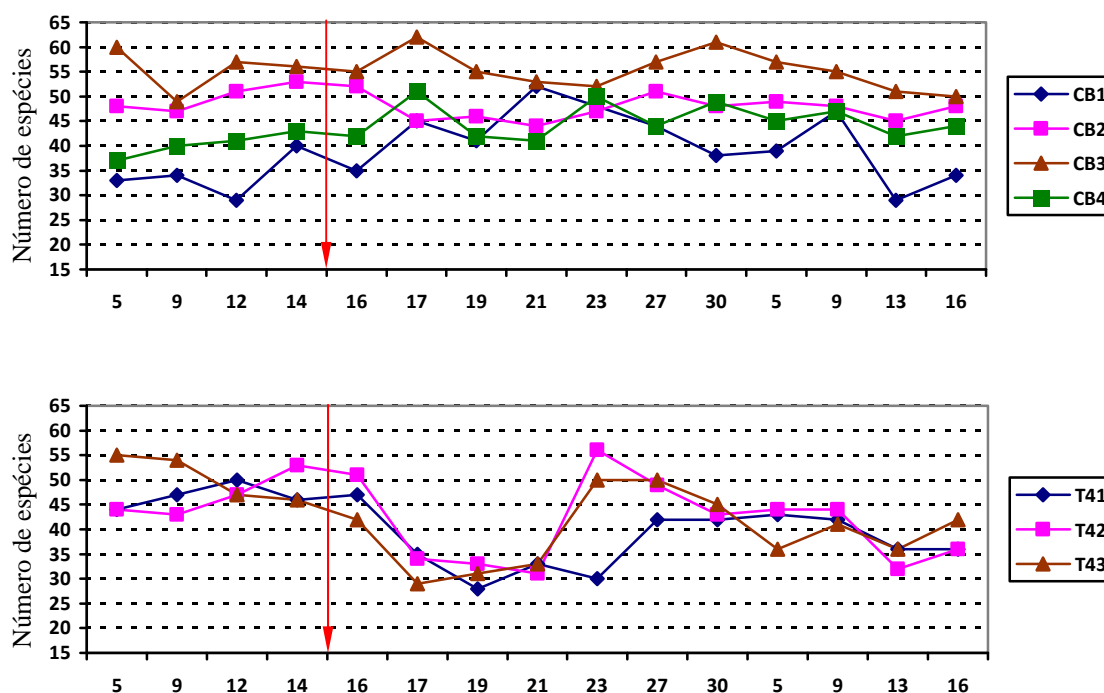
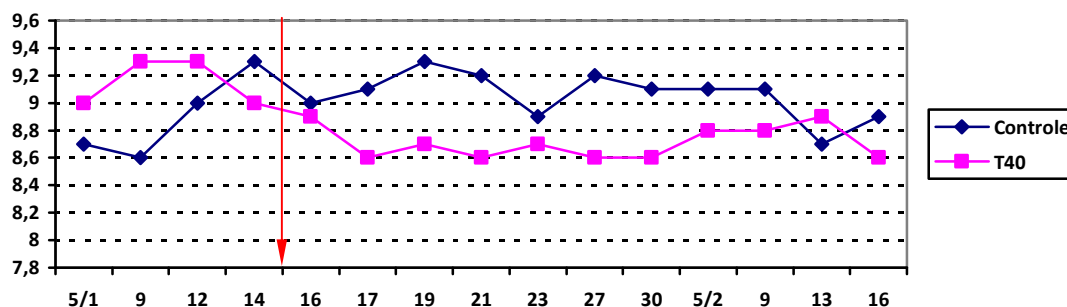
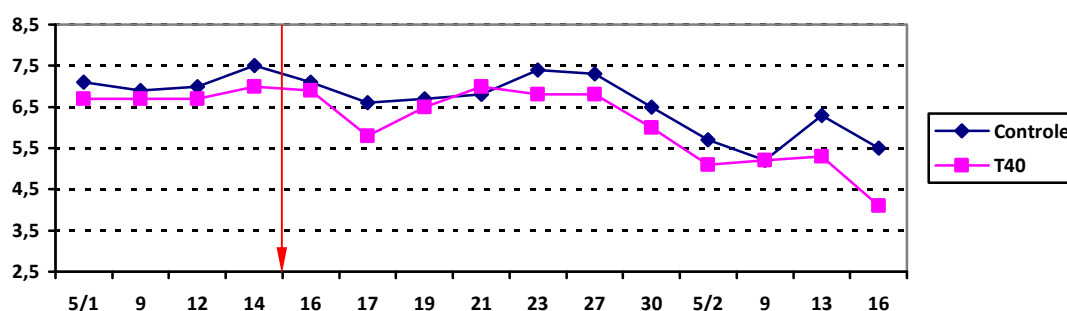


Figura 2: Variação da biomassa (%) considerando as médias dos tanques ao longo do tempo

A-Fitoplâncton



B-Zooplâncton



CONCLUSÕES

Com base no trabalho realizado, concluiu-se que:

Referente aos peixes, a mortalidade observada para as espécies *Ciprinus carpio* (espécie que utiliza toda a coluna d'água e fundo), *Phalloceros caudimaculatus* (espécie de superfície), *Corudas sp.* (espécie de fundo) e *Tilapia sp.* (espécie que habita toda a coluna d'água) não está relacionada a adição do herbicida, já que nos tanques testemunha também observou-se mortalidade, e em alguns casos no controle foi maior que nos tanques tratados.

Ocorreu uma queda da densidade do fitoplâncton logo após a aplicação do herbicida, seguida de um incremento geral ao longo do experimento. As clorofitas (Chlorococcales) dominaram na fase inicial do experimento, mas foram substituídas por dinoflagelados, que contribuíram para as densidades máximas de algas observadas no período do estudo.

As avaliações realizadas com organismos do zooplâncton mostraram que somente os rotíferos foram afetados. Tecamebas e copépodes aparentemente foram pouco influenciados imediatamente após a aplicação do herbicida, mas sofreram perdas significativas na fase subsequente. Situação inversa ocorreu com os rotíferos, que tiveram queda da abundância logo após a aplicação, mas que foi revertida 15 dias após.

As quantidades do fitoplâncton e do zooplâncton não tiveram redução significativa nos tanques tratados com o herbicida, quando comparado com a testemunha.

Fitoplâncton e zooplâncton são grupos de organismos possuem curto período de geração e freqüentemente reproduzem-se durante o decorrer do experimento, podendo confundir informações. Comumente espécies planctônicas e outros invertebrados pequenos, e em estágios juvenis de muitas espécies, pode se esperar que haja alguma mortalidade natural durante o experimento, particularmente se o experimento for de longa duração. Muitos investigadores relatam a dificuldade em manter animais sob condições experimentais por mais que alguns dias, e portanto testes são encerrados arbitrariamente após um curto período de tempo. Isto



freqüentemente induz a erros. Sabendo-se que todas as condições experimentais tecnicamente viáveis são estressantes para a vida dos organismos.

Respostas fisiológicas sub-letais de poluentes ou estressores ambientais poderiam ser manifestadas pela própria população, assim como pela comunidade. Pesquisas ecotoxicológicas fornecem conhecimentos e técnicas necessárias para o controle e regulação da poluição aquática. Portanto, estes experimentos podem ser usados com sucesso como primeira advertência no monitoramento biológico em impactos provocados pela fonte poluidora. Os estudos de impactos ambientais destinam-se em primeiro lugar a bem informar e subsidiar as decisões administrativas dos órgãos ambientais, em processos de decidir sobre aprovação ou não de um produto para determinado uso. Visam também demonstrar que a liberação a ser concedida é confiável não só para as autoridades; assim como para o usuário, o público e para os fatores ambientais envolvidos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABEL, P.D.; AXIAK, V. *Ecotoxicology and the Marine Environment*. USA: Ellis Horwood, 1991. 269 p.
2. CESTEB. Relatório de qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo:1994. São Paulo, 1995. 95 p.
3. CYANAMID. *Arsenal Herbicide*. Princeton, NJ, 1991. 20p.
4. GIDDINGS, J. Workshop on aquatic microcosms for ecological assessment of pesticides, SETAC/RESOLVE. Wintergreem, Virginia, 1991-1992. 56p.
5. ESTEVES, F.A. *Fundamentos de Limnologia*. Rio de Janeiro: Interciência, 1988. 863p.
6. MARTINS, A. & PITELLI, R.A. Efeitos do manejo de *Eichhornia crassipes* sobre a qualidade da água em condições de mesocosmos. *Planta Daninha*, v. 23, p. 233-248, 2005.
7. PROENÇA, C.E.M. de, BITTENCOURT, P.R.L. *Manual de Piscicultura Tropical*. Brasília: IBAMA, 1994. 107p.