



VI-054 – CONTROLE DE EICHORNIA CRASSIPES COM IMAZAPYR, EM CONDIÇÕES DE MESOCOSMOS COM AVALIAÇÃO DOS EFEITOS SOBRE ALGUMAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DA ÁGUA.

Francisco Alves Trindade⁽¹⁾

Engenheiro Agrônomo pela Universidade Federal de Lavras (UFLA). Especialista em Gestão Ambiental e de Recursos Hídricos (Ecobusiness Echool). 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⁽²⁾

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.

Alcianne Crivellaro Viana⁽³⁾

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.

Endereço⁽¹⁾: 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⁽²⁾: Rua Monteiro Lobato, 856 - Jaboticabal - SP - CEP: 14870-470 - Brasil - Tel: (016) 3203 - 3117
e-mail: rapitelli@icosafe.agr.br

Endereço⁽³⁾: Av Anita Garibaldi, 491, apto 24 - Curitiba - PR - CEP 80540-180 - Brasil - Tel. (41) 8811-5009
- e-mail: alcianne@uol.com.br

RESUMO

As macrófitas são importantes componentes dos ecossistemas aquáticos e, desde que coexistindo em equilíbrio proporcionam inúmeros benefícios a estes. Porém quando este equilíbrio é alterado, seja por causa da poluição, construções de barragens ou outras condições que alteram o ambiente aquático, pode ocorrer o desenvolvimento excessivo de algumas macrófitas, com efeitos prejudiciais ao ambiente e ao uso múltiplo da água e do corpo hídrico. Nestas condições, as pressões ambientais não são suficientes para o controle populacional desta macrófita, sendo necessário à adoção de medidas artificiais como controle químico, controle biológico manipulado, controles mecânico e manual. O químico por meio do uso de produtos sintéticos denominados de herbicida, tendo poucas restrições de operacionalização da aplicação, mas apresenta questionamentos em termos de segurança ambiental. Este estudo teve o objetivo de avaliar os efeitos do herbicida imazapyr, na concentração de 1,0 Kg/ha no controle da *Eichhornia crassipes* (aguapé) e em algumas características físico-químicas da água de mesocosmos (tanques de 1m³), sendo três mesocosmos com controle químico e quatro testemunhas. A eficácia do controle o aguapé foi realizada visualmente observando-se a parte aérea acima da superfície da água, em diferentes períodos após o tratamento (DAT). Os sinais de injúrias nas folhas do aguapé iniciaram-se aos 6-7 DAT, sendo que aos 28 DAT as plantas encontravam-se totalmente necrosadas, não havendo sinais de rebrota. Na dose empregada, o produto químico apresentou eficácia no controle vegetativo da *Eichhornia crassipes* (aguapé). Os resíduos do imazapyr na água foram quantificados imediatamente 0,5; 1; 2; 4; 8; 24; 48 e 72 horas após a aplicação. No sedimento, foram realizadas 6, 12 e 18 dias após a aplicação. A maior concentração de resíduo na água foi detectada aos 30 minutos após a aplicação (62 ppb), observando-se logo em seguida um decréscimo das concentrações. No sedimento, o maior valor foi detectado aos 12 dias após a aplicação (40,7 ppb). As características físico-químicas da água foram monitoradas durante os sessenta e dois dias do experimento. Nas condições experimentais, o tratamento com o imazapyr não acarretou alteração ambiental quanto aos valores dos parâmetros físico-químicos avaliados (DBO; DQO; oxigênio dissolvido; potencial hidrogeniônico; amônia; nitrogênio amoniacal e sólidos totais, suspensos e sedimentáveis).

PALAVRAS-CHAVE: Macrófitas Aquáticas, Aguapé, Controle Químico, Herbicida, Ambiente Aquático, Parâmetros Físico-Químicos da Água.



INTRODUÇÃO

A eutrofização oferece condições para um elevado crescimento de vegetais aquáticos, desde algas até macrófitas (plantas aquáticas). Este intenso crescimento pode causar interferências prejudiciais à outros organismos, inclusive ao homem. No Brasil, o crescimento excessivo de macrófitas aquáticas constitui-se em problema verificado em certos reservatórios eutróficos, como por exemplo, na bacia do rio Tietê. A necessidade de controle de macrófitas quando em densas e extensas populações, deve ater-se como prioridade a conservação dos ecossistemas aquáticos que apresentam fragilidade, dependentes de inúmeras variáveis ainda não perfeitamente conhecidas. Por esse motivo, o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis – IBAMA vem analisando, com apoio da comunidade científica e da iniciativa privada, a possibilidade de autorizar o uso de herbicidas para o controle químico *in situ* do aguapé e de outras macrófitas aquáticas, que na condição de plantas problemáticas passando a ser consideradas plantas daninhas.

Aguapé (*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms.) trata-se de planta aquática vascular de água doce, originária da Região Amazônica e da bacia dos rios que banham a Região Oeste do Brasil. Ficam suspensas livremente na água ou então no fundo em locais de águas rasas, penetrando no lodo. Devido a sua alta taxa de reprodução com capacidade para produzir 480/ha/ano de massa verde, e com incremento de até 4,8% ao dia, pode acumular quantidade de matéria seca equivalente à quase 800 kg/ha/dia, tomando-a a mais importante planta daninha aquática. Devido a sua explosiva multiplicação, pode tomar rapidamente grandes extensões, causando enorme diversidade de problemas. Estes encontram-se relacionados com a redução do fluxo de água em canais, represas e rios. A dificuldade ou impedimento de navegação e pesca; o mau funcionamento de bombas de irrigação mecânica devido à penetração de plantas no equipamento. Exerce significativa influência no processo de evapotranspiração de lagos densamente infestados, tornando-se problema muito sério em épocas de estiagem, principalmente nas usinas que funcionam como reservatório.

O controle químico de plantas aquáticas é um método comumente utilizado em muitos países. Ele possui várias vantagens: herbicidas aplicados diretamente em vegetações não desejadas, oferecem alto grau de seletividade e permitem níveis desejáveis de vegetação. Reduzem a necessidade do controle mecânico o qual pode aumentar a turbidez da água e afetar populações de peixes; erosão poderá ser reduzida promovendo baixo crescimento de espécies de gramíneas nas margens. Muitas plantas daninhas especialmente perenes, que não podem ser efetivamente controladas por outros métodos são geralmente suscetíveis a herbicidas. O uso rotineiro de herbicidas sob programas de manutenção geralmente reduzem os custos do controle das plantas daninhas.

O presente trabalho desenvolvido em condições de microcosmos, avaliou a influência da aplicação do herbicida imazapyr, em dose agronomicamente recomendável para o controle de plantas aquáticas; assim como os resíduos do produto em água e sedimento. Avaliou-se também os efeitos sobre o herbicida em algumas características físico-químicas da água, visando a decisão de uso do produto, sem probabilidade de incorrer em problemas técnicos que alterem a qualidade da água para os seus diversos usos.

O desenvolvimento desse trabalho contou com o apoio da Cyanamid Química do Brasil.

MATERIAIS E MÉTODOS

Descrição do Experimento

Os experimentos foram desenvolvidos no Campus do Centro Politécnico, da universidade federal do Paraná (UFPR), entre os meses de dezembro e janeiro. Utilizou-se 7 (sete) mesocosmos (caixas d'água de fibra de amianto), com capacidade para 1m³ cada (129 x 108 x 72 cm), e seu interior pintado com tinta epóxi da cor azul. Foram posicionadas a uma distância de 60 cm entre si, e parcialmente enterradas em profundidade de 47 cm do solo, para evitar variações bruscas de temperatura. As caixas foram preenchidas com uma camada de 10 cm de sedimento, complementando-se o volume, até 10 cm do limite superior com água, recebendo quantidades similares de aguapé, elódea e cabomba. Posteriormente, os tanques foram submetidos ao seguinte tratamento experimental:

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 o tratamento utilizou-se três caixas, as quais foram denominadas de DAR 41, DAR 42 e DAR 43 (Dosagem Agronomicamente Recomendada), as quais receberam a dosagem de 4 L/ha do produto comercial (equivalente a 1 Kg de i.a./ha).

Caracterização Ambiental do Corpo D'água

Analizou-se previamente parâmetros físico-químicos de um lago situado em área da na Fazenda Experimental Canguiri, de propriedade da UFPR. A quantidade de água pode ser representada através de diversos parâmetros que traduzem suas principais características físicas, químicas e biológicas, analisados pré-aplicação (Quadro 1).

Quadro 1: Resultados obtidos na avaliação de parâmetros físico-químicos do lago selecionado como local de coleta.

Parâmetros	Amostras
PH	6,88
Oxigênio Dissolvido (mgO ₂ /L)	5,60
Temperatura (°C)	19,20
Amônia (mg/L)	0,34
Cor (HZ)	37
DBO (mgO ₂ /L)	2,30
DQO (mgO ₂ /L)	19,00
Fosfato (mg/L)	0,06
Fósforo (mg/L)	0,02
Nitrato (mg/L)	<1,00
Nitrito (mg/L)	<0,02
Nitrogênio Amonical (mg/L-N)	0,60
Sólido Sedimentável (ml/L)	<0,10
Sólido Suspenso Total (mg/L)	7,00
Sólido Totais (mg/L)	29,00

A água e o sedimento foram, então, transportados até o local do experimento, distribuindo-os aleatoriamente nas caixas-teste. Nos dias subsequentes, 3 (três) de plantas aquáticas foram introduzidas em igual quantidade para as 7 (sete) caixas. As plantas foram coletadas e transportadas em caixas de plástico com capacidade para 100 litros até a área do experimento e depositadas em igual número para todos os tanques. A finalidade de se ter usado as espécies submersas *Elodea sp* e *Cabomba caroliniana* foi simplesmente a manutenção dos níveis de oxigênio dissolvido na água, sendo que os tanques não receberam aeração artificial. Com o ecossistema já montado, deixou-se em repouso por 4 semanas, período destinado a homeostase (equilíbrio) do sistema.

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.

Aplicação do Herbicida

A calda de pulverização foi aplicada sobre o aguapé e em toda a lâmina d'água. Obedeceu-se o sistema estático, ou seja, uma única aplicação sem renovação da água durante todo o experimento, permitindo o acompanhamento da concentração do produto e conservando similaridade funcional de lagos naturais. Durante a aplicação do produto, os tanques testemunhas foram cobertos com lona plástica evitando possível contaminação.

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 pós 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.

Macrófita

Verificou-se a eficácia do tratamento utilizando-se a planta aquática *Eichhonia crassipes*. Esta avaliação foi realizada pela observação visual relativo ao aparecimento de sinais de injúrias como alteração da coloração das folhas e posterior morte do material vegetal acima da lâmina d'água, confirmando a ação do herbicida.

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

Neste experimento fez-se análises da água com a frequência de duas vezes ao dias para os parâmetros potencial hidrogeniônico (pH), temperatura e oxigênio dissolvido. Para os parâmetros amônia; nitrogênio amoniacal; sólidos totais, suspensos e sedimentáveis; demanda química de oxigênio (DQO) e demanda biológica de oxigênio (DBO) o intervalo entre uma análise e outra passou de uma a duas vezes por semana. As amostragens de água, para a avaliação de todos os parâmetros propostos neste trabalho, foram obtidas através da imersão de tubo de vidro, a 30 cm da lâmina da água.

Para quantificação de resíduos do ingrediente ativo na água e no sedimento foram realizadas coletas de água (1 litro de cada um dos 3 tanques) imediatamente após a aplicação do produto; 0,5; 1; 2; 4; 8; 24; 48 e 72 horas após aplicação. Para a coleta de sedimento utilizou-se potes plásticos de 2,5 Kg e as amostragens ocorreram 6, 12 e 18 dias após aplicação. Coletou-se na primeira amostragem 2 Kg de sedimento e nas subsequentes 1 Kg.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Macrófita

O tratamento aplicado (1,0 L/ha de imazapyr) apresentou eficiência agrônômica no controle do aguapé, não havendo sinais de rebrota em nenhum dos tanques. Observou-se o aparecimento de injúrias nas plantas, durante os 35 dias de exposição ao imazapyr (formulação Arsenal NA). Obteve-se controle efetivo sobre as plantas notadamente à partir do DAT 22 (Dias Após Aplicação). Após a aplicação, reações de amarelamento e presença de pontos escuros nas folhas começaram a aparecer no 5º dia, diferindo dos tanques testemunha sem nenhum sinal de injúria.

Sinais mais evidentes da ação do herbicida foram detectados no DAT 18 com a deterioração de tecidos, raízes e propágulos vegetativos. Apesar de se ter verificado que o controle pelo herbicida tenha se apresentado crescente durante todo o período, os maiores incrementos ocorreram até próximo ao DAT 32. Quando este quadro praticamente permaneceu constante e inalterado atingindo aí o estágio mais avançado do efeito do princípio ativo.



Resíduos de Imazapyr

A quantificação do resíduo de imazapyr na água e no sedimento, após pulverização, foi realizada em todos os tanques, inclusive nos testemunhas. Analisou-se 63 amostras de água, referente aos 7 tanques em 0; 0,5; 1; 2; 4; 8; 24; 48; e 72 horas após a aplicação. Para o sedimento as amostragens dos 7 tanques foram realizadas nos DAT 6, 12 e 18, totalizando 27 amostragens.

Observando-se a curva de degradação do imazapyr na água (Figura 1), ocorreu flutuação quando observamos que a máxima concentração na água foi detectada em tempo diferentes para cada tanque. Nos tanques DAR 41 e 42 as máximas concentrações ocorreram 30 minutos após a pulverização, 0,170 e 0,130 $\mu\text{g/mL}$, respectivamente. Já para o tanque DAR 42 o mesmo efeito foi detectado 1 hora após pulverização (0,097 $\mu\text{g/mL}$). Dentre os tanques que receberam 1 Kg i.a./ha o DAR 41 foi o que apresentou maior concentração

No sedimento, os tanques (DAR 42 e 43) apresentaram as concentrações máximas durante o DAT 12, mantendo os mesmo valores para o DAT 18 (40,0 e 41,3 ppb, respectivamente). No tanques DAR 41 a maior concentração foi obtida no DAT 18, no qual também detectou-se a maior quantidade de resíduo, 62,0 ppb. Não houve amostragens suficientes para comprovação da dissipação do imazapyr no sedimento (Figura 2).

Figura 1: Curva de degradação do imazapyr na água, em todos os tanques tratados, valores em $\mu\text{g/L}$.

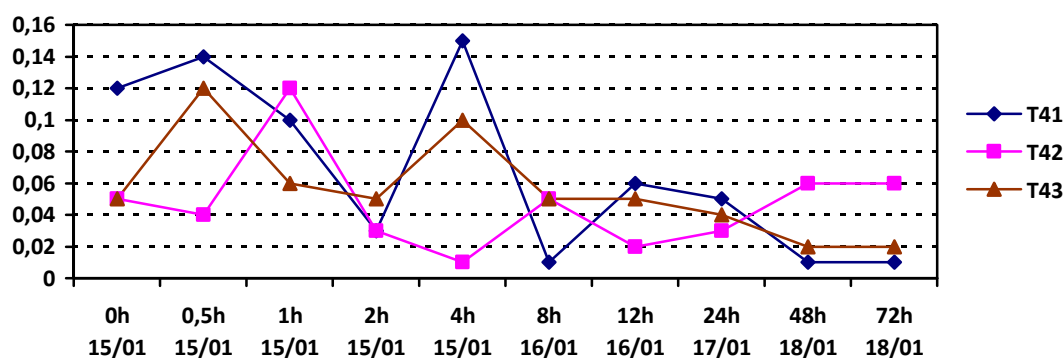
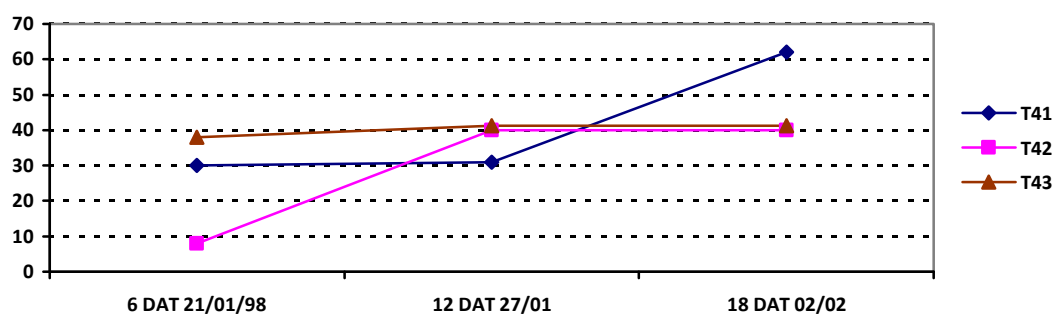


Figura 2: Dissipação do imazapyr no sedimento, em todos os tanques, valores em ppb.



Temperatura

A temperatura da água, que é um 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.

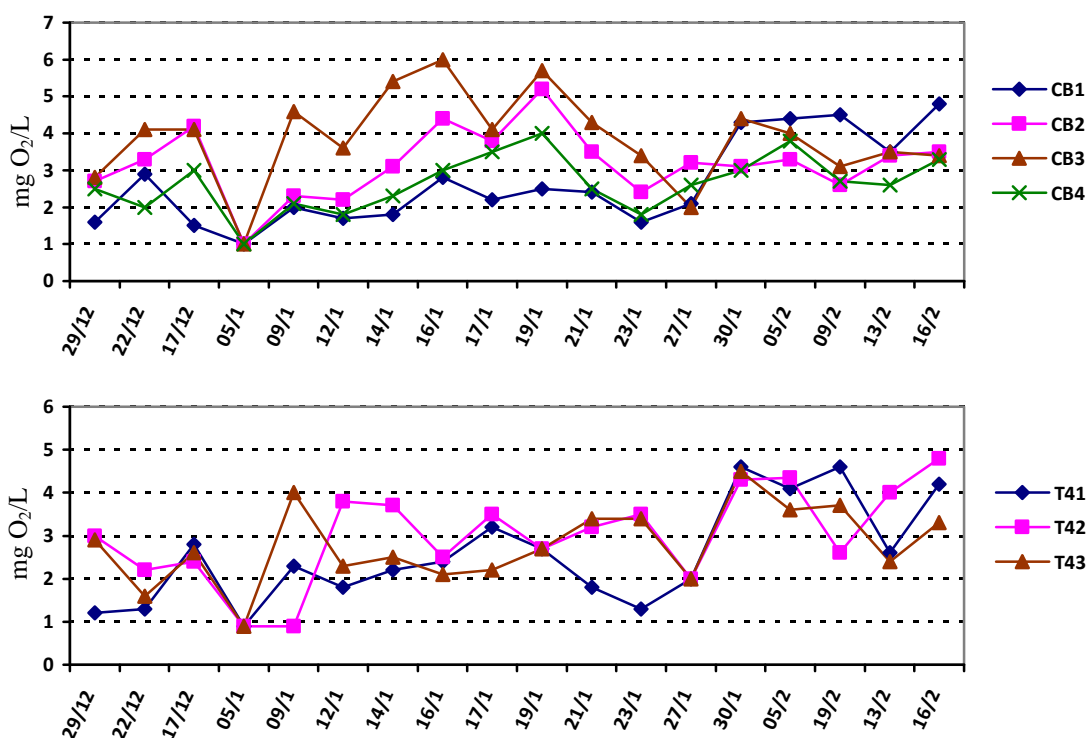
Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO

As concentrações de oxigênio necessárias para oxidar biologicamente a matéria orgânica presente no corpo d'água, quantificadas para este experimento, não ultrapassaram limites de 6 mg O_2/L durante o experimento (Figura 3).

Observou-se que as concentrações de DBO foram influenciadas diretamente pela precipitação pluviométrica ocorrida durante o experimento. Esta influência ficou claramente demonstrada, em 10 dias antes (em 5/1) e 8 dias após aplicação (em 23/1), com a diluição da concentração da DBO quantificada em tanques testemunha e tratados com imazapyr. As precipitações pluviométricas ocorreram nos dias anteriores as estas medições.

Período crítico foi observado após o DAT 15 (em 30/1) com o incremento significativo dos tanques que receberam a aplicação do imazapyr. Período em que provavelmente deu-se o início da decomposição das plantas aquáticas. A concentração de DBO detectada para a média dos tanques DAR 40 foi superior à média dos tanques testemunhas. Outra redução da DBO ocorreu no período entre 25 DAT (em 9/2) e 29 DAT (em 13/2), sendo que imediatamente após 29 DAT, iniciou-se incremento da DBO tanto nos tanques testemunhas como nos que receberam o tratamento, atingindo um novo estágio de decomposição da matéria orgânica. Observando-se que neste período todas as plantas já estavam mortas, deu-se o término do experimento.

Figura 3: Variação da concentração da DBO ao longo do tempo nos diferentes tanques estudados.

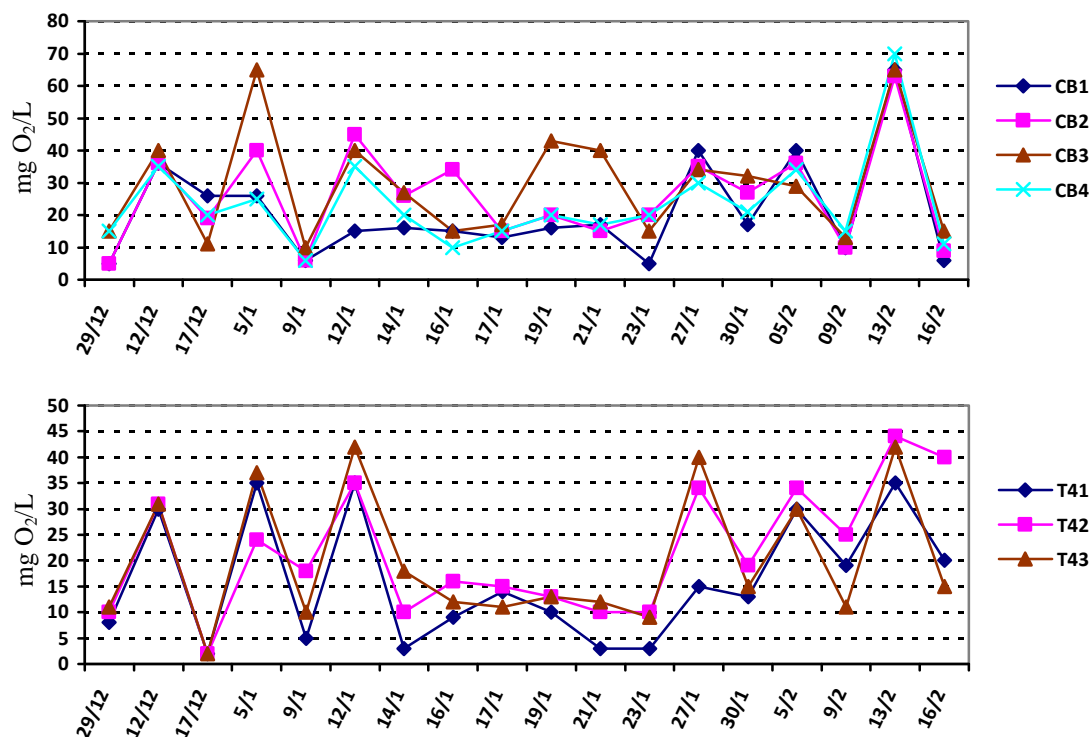


Demanda Química do Oxigênio – DQO

Todos os tanques tratados e controles, iniciaram com praticamente a mesma concentração da demanda química de oxigênio. Sendo que durante o experimento encontrou-se os maiores valores para os tanques controle, e chegando ao final do mesmo com concentrações semelhantes. Portanto, todos os tanques obtiveram a mesma tendência, incluindo os tanques controle. Detectou-se que quatro dias após a aplicação (21/01) todos os tanques já apresentavam similaridades de comportamento, mantendo o mesmo padrão até o final do experimento. Com isto a possível interferência do produto foi mascarada, não podendo se atribuir a adição do produto químico (figura 4). A DQO apresentou valores padrão para todos os tanques até o final do experimento, não ultrapassando 70 mgO₂/L. Pois, o maior valor obtido foi no tanque CB4, aos 29 DAT (13/2), com concentração de 68 mgO₂/L.



Figura 4: Variação da concentração da DQO ao longo do tempo nos diferentes tanques estudados.



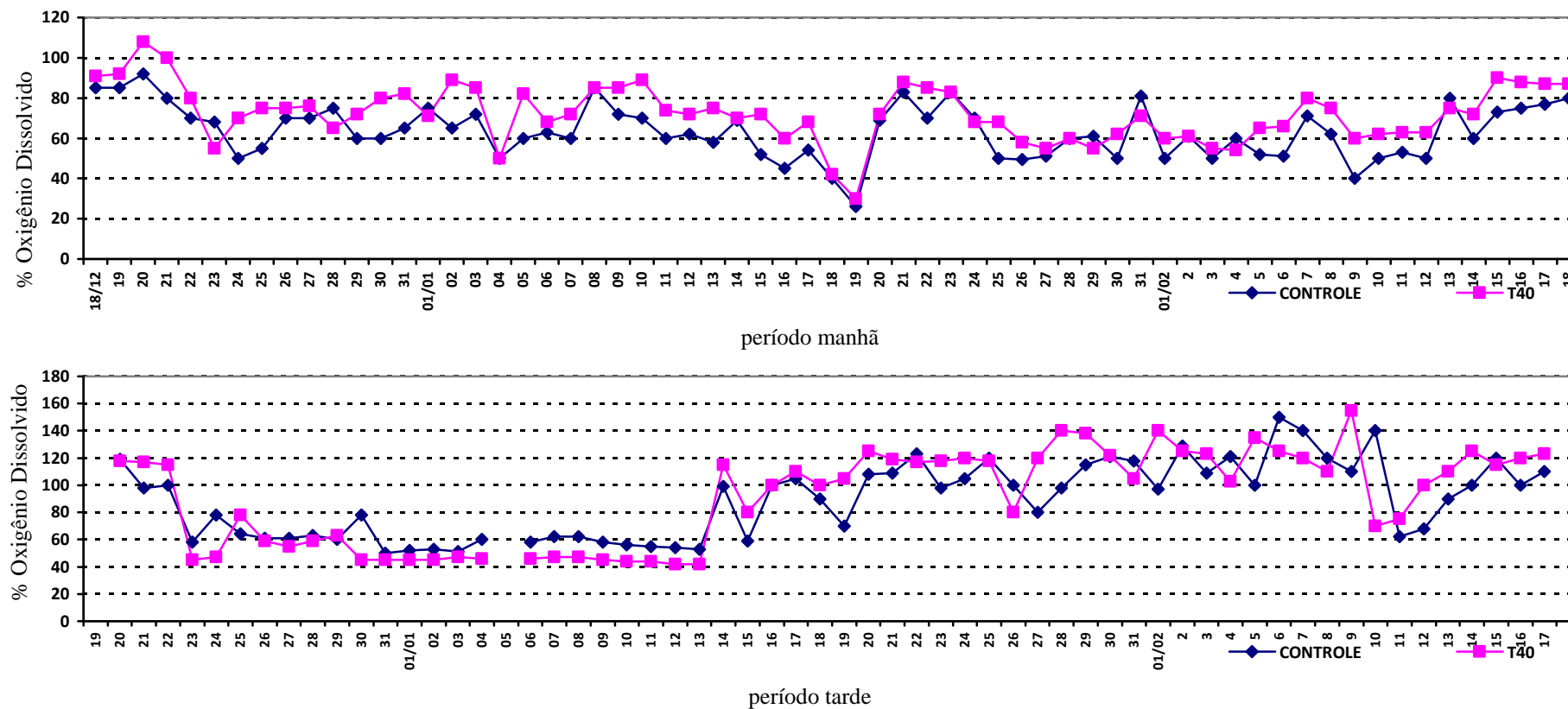
Oxigênio Dissolvido

A quantidade de oxigênio dissolvido obtida no período da manhã, durante o experimento, 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. Para esse período observamos que houve uma queda acentuada das concentrações no intervalo de dias que antecederam a aplicação do imazayr (entre os dias 22/12 a 13/01), com predominância de valores na faixa de 50 a 70 % O₂D/L. No dia seguinte, (em 14/01), as concentrações se recuperaram e a maior tendência foi observada entre 100 a 130 % O₂D/L.

Pode-se observar, na Figura 5, que no intervalo de dias (entre 22/12 a 13/01), as porcentagens de oxigênio dissolvido, em todos os tanques, obtiveram quantificações semelhantes entre os períodos da tarde e manhã. Do último dia antes da aplicação até o término do ensaio observou-se que para o período da manhã determinou-se sempre valores inferiores aos obtidos para o período da tarde. Estes gráficos, também, ilustram as variações ocorridas entre as médias do tratamento.



Figura 5: Variação da concentração do oxigênio dissolvido (%), nos períodos manhã e tarde, ao longo do tempo nos diferentes tratamentos estudados.





Potencial Hidrogeniônico - pH

Avaliando-se os resultados obtidos diariamente para a concentração de pH, observo-se que os respectivos valores, 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.

Amônia

Apenas no DAT 4 observou-se divergência entre os tanques tratados e os controles. Estatisticamente verificou-se que não houve diferença significativa. Já no DAT 5 todos os tanques obtiveram a mesma tendência de comportamento, chegando ao final do experimento com valores da concentração de amônia bem próximos para todos os tanques. As maiores concentrações foram obtidas no DAT 12, as quais corresponderam aos tanques DAR 42 (0,53 mg-NH₄/L com pH= 7,97) e CB2 (0,51 mg-NH₄/L com pH=7,28). As concentrações de amônia obtiveram queda drástica na amostragem aos DAT 21, alcançando na última amostragem para esta parâmetro (DAT 29), níveis semelhantes aos do início do experimento, não correspondendo a aplicação do herbicida.

Valores entre 0,4 e 2,5 mg-NH₄/L são considerados letais para a vida aquática quando o pH da água encontra-se maior que 9,5 e valores ideais são inferiores a 0,05 mg-NH₄/L. Todos os valores obtidos durante este experimento, exceto os valores obtidos no DAT 12 para os tanques CB2 e DAR 42, ficaram abaixo dos limites da faixa de concentração considerada letal.

Nitrogênio Amoniacal

A quantificação do nitrogênio amoniacal serviu para confirmar os dados obtidos para amônia. Obteve-se comportamento semelhantes para estes dois parâmetros, sendo que para o nitrogênio amoniacal os valores encontrados foram mais baixos do que para a amônia. Pois este último só determina o N, na forma de amoníaco, hidróxido de amônia (NH₄OH) e íon amônia (NH₄⁺). O EPA recomendado é que nos mananciais o amoníaco não exceda a 0,5 mg/L de NH₃.

Sólidos Totais, Suspensos e Sedimentáveis

A redução nas concentrações de sólidos totais e suspensos foram constantes nas três amostragens, as quais foram realizadas no início, um dia antes da aplicação e outra no término do experimento (DAT 35). Também, para sólidos sedimentáveis foram realizadas as mesmas amostragens, mas não foram detectáveis.

Sólidos suspensos obedeceram tendência natural diminuindo em igual proporção, em todos os tanques, no decorrer do ensaio. Não havendo diferença significativa entre o tratamento e controle. Observou-se, ao final do experimento, que nos tanques controle a diminuição dos teores de sólidos totais foi menos do que a observada para os tanques tratados. Isto deve a menor quantidade de materiais na coluna d'água com a morte das plantas aquáticas nestes tanques. Confirmando-se estas observações com a verificação de diferença significativa entre as médias dos tanques controle com as médias dos tanques tratados. Os teores obtidos para estes parâmetros ficaram dentro da faixa de teor máximo desejável (500 mg/L) de sólidos totais.

CONCLUSÕES

Com base no trabalho realizado, concluiu-se que:

O herbicida na dose aplicada (1 Kg de i.a./ha) neste experimento, apresentou eficácia no controle da *Eichhornia crassipes* (aguapé).

Resíduos de imazapyr foram detectados na coluna d'água em todas as amostragens. Todos os tanques apresentaram um quadro com variações nas quantidades de imazapyr detectável, mas com tendência a sua dissipação. Não realizou-se amostragens suficientes para alcançarmos limites não detectáveis.

Nas condições experimentais, não foram verificadas alterações ambientais quanto aos parâmetros físico-químicos, (DBO; DQO; oxigênio dissolvido; potencial hidrogeniônico; amônia; nitrogênio amoniacal e sólidos totais, suspensos e sedimentáveis), que pudessem ser associada ao tratamento. O aumento da DBO em



tanques tratados com o produto indica a necessidade de manejar a aplicação, evitando a decomposição de grandes volumes de biomassa vegetal.

O melhor agente de controle das macrófitas é o que mantém o equilíbrio do ambiente naturalmente. Deve-se aprofundar no conhecimento dos vários aspectos a serem dotados, como referência para dimensionar os riscos e benefícios das alternativas atualmente existentes; ou seja, controle biológico manipulado, controle químico e controles mecânico e manual. Dentre estas, o controle químico por meio do uso de herbicidas, passa a ser uma opção aplicável às necessidades de controle das macrófitas. Contudo, deve ser ressaltado de que estes produtos necessariamente devem ser ambientalmente seguros, atenderem às exigências dos órgãos reguladores de seus registros e também se enquadrarem dentro do que a legislação ambiental pertinente determina.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANDREOLI, C.V. & CARNEIRO, C. Gestão integrada de mananciais de abastecimento eutrofizados. Finep-Sanepar, Curitiba, 2005, 501 p.
2. CYANAMID. Aquatic Dissipation Studies. Princeton, NJ, 1990. 30 p.
3. CYANAMID. Arsenal Herbicide. Princeton, NJ, 1991. 20 p.
4. KISSMANN, K.G. Plantas Infestantes e Nocivas. São Paulo: BASF Brasileira., 1991. 602 p.
5. PETERSON, H.G.et al. Aquatic phyto-toxicity of 23 pesticides applied at expected environmental concentrations, *Aquatic Toxicology*, v.28, p.257-292, 1994.
6. PITELLI, R.A. Macrófitas aquáticas no Brasil, na condição de problemáticas. Workshop de Controle de Plantas Aquáticas. Brasília : IBAMA, p.12-15, 1998.
7. WORKSHOP. Ocorrência de Plantas Aquáticas em Reservatórios de Usinas Hidrelétricas. Foz do Iguaçu (PR) e Ciudad Del Este (PY): Central Hidrelétrica de Itaipu, 1997.