

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

**EFEITO DE PONTAS DE PULVERIZAÇÃO E DE ARRANJOS
POPULACIONAIS DE PLANTAS DE *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms.,
Salvinia auriculata Aubl. E *Pistia stratiotes* L. NA DEPOSIÇÃO DE CALDA
DE PULVERIZAÇÃO.**

SIDNEI ROBERTO DE MARCHI
Engenheiro Agrônomo – M. Sc.

Tese apresentada à Faculdade de Ciências
Agronômicas da UNESP - Câmpus de
Botucatu, para obtenção do título de Doutor em
Agronomia (Agricultura).

BOTUCATU - SP
MARÇO – 2006

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

**EFEITO DE PONTAS DE PULVERIZAÇÃO E DE ARRANJOS
POPULACIONAIS DE PLANTAS DE *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms.,
Salvinia auriculata Aubl. E *Pistia stratiotes* L. NA DEPOSIÇÃO DE CALDA
DE PULVERIZAÇÃO.**

SIDNEI ROBERTO DE MARCHI
Engenheiro Agrônomo – M. Sc.

Orientador: Prof. Dr. Dagoberto Martins

Tese apresentada à Faculdade de Ciências
Agronômicas da UNESP - Câmpus de
Botucatu, para obtenção do título de Doutor em
Agronomia (Agricultura).

BOTUCATU - SP
MARÇO – 2006

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E
TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO
UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

M318e Marchi, Sidnei Roberto de, 1964-
Efeito de pontas de pulverização e de arranjos popula-
cionais de plantas de *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms.,
Salvinia auriculata Aubl. e *Pistia stratiotes* L. na depo-
sição de calda de pulverização / Sidnei Roberto de Marchi.
- Botucatu : [s.n.], 2006.
xi, 57 f. : il. color., gráfs., tabs.

Tese (Doutorado) -Universidade Estadual Paulista, Fa-
culdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2006
Orientador: Dagoberto Martins
Inclui bibliografia

1. Aguapé. 2. Plantas aquáticas. 3. Salviniaceas. 4. Pul-
verização. 5. Pesticidas - Aplicação. I. Martins, Dagober-
to. II. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita
Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agrônô-
micas. III. Título.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS

CAMPUS DE BOTUCATU

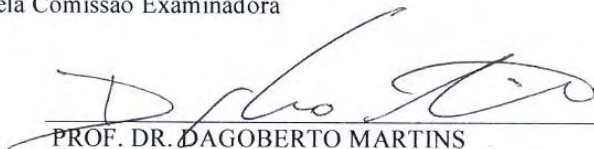
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: "EFEITO DE PONTAS DE PULVERIZAÇÃO E DE ARRANJOS
POPULACIONAIS DE PLANTAS DE Eichhornia crassipes
(Mart.) Solms, Salvinia auriculata Aubl. E Pistia Stratiotes
L. NA DEPOSIÇÃO DA CALDA DE PULVERIZAÇÃO"

ALUNO: SIDNEI ROBERTO DE MARCHI

ORIENTADOR: PROF. DR. DAGOBERTO MARTINS

Aprovado pela Comissão Examinadora



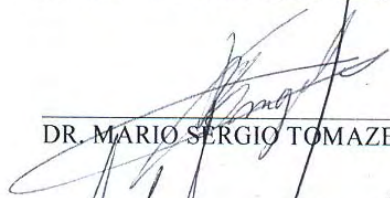
PROF. DR. DAGOBERTO MARTINS



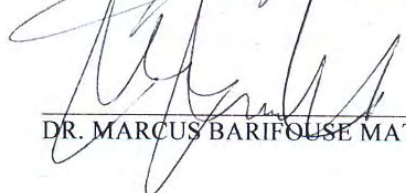
PROF. DR. ROBINSON ANTONIO PITELLI



DR. GERSON AUGUSTO GELMINI



DR. MARIO SERGIO TOMAZELA



DR. MARCUS BARIFOUSSE MATALLO

Data da Realização: 16 de março de 2006.

A compreensão,
o apoio,
o carinho maior
e o amor mais profundo
e sem interesse
que de vós sempre recebi,
deram a mim,
a motivação para esta conquista.
Obrigado minha querida Família.

Patrícia, Gabriela e Daniela.

Ofereço

A meus pais Silvio (in memoriam) e Maria Neide
pelo exemplo de vida e aprendizado
no decorrer de minha vida.

AGRADECIMENTOS

- Inicialmente agradeço a **DEUS** pela Sua fidelidade em estar sempre me suprimo com Seu Espírito Santo e por ter permitido mais esta benção em minha vida profissional.
- Ao Prof. Dr. **Dagoberto Martins**, pela valiosa amizade, pelo companheirismo, pela orientação segura, paciência e ajuda pessoal que muito contribuíram para minha formação profissional.
- Ao Prof. Dr. Edivaldo Domingues Velini, pelas sugestões, contribuições, ajuda pessoal e convívio durante todo este período.
- A Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Faculdade de Ciências Agrônomicas, Câmpus de Botucatu pela possibilidade de realização do curso de pós-graduação.
- Aos amigos Marcel Alves Terra, Neumárcio Vilanova da Costa, João Renato Vaz da Silva, Caio Antônio Carbonari, Vanessa David Domingos e Luciana R. Cardoso pelo auxílio no desenvolvimento dos trabalhos, grande estímulo, apoio e convivência no NUPAM.
- Aos amigos Eduardo Negrisoni, Anderson L. Cavenaghi, Marcelo R. Corrêa, Leonildo A. Cardoso (Guiné) e Rodolfo Zapparoli (Pinhal), companheiros de jornada.
- Aos Funcionários do Dep^{to} de Produção Vegetal – Agricultura e às funcionárias da Seção de Pós-Graduação pela amizade e profissionalismo.
- A Todos aqueles que com amizade e incentivo contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho.

MUITO OBRIGADO

SUMÁRIO

	Página
1. RESUMO.....	1
2. SUMMARY.....	3
3. INTRODUÇÃO.....	5
4. REVISÃO DE LITERATURA.....	8
5. MATERIAL E MÉTODOS.....	14
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	24
7. CONCLUSÕES.....	47
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	49

LISTA DE TABELAS

Tabela	Página
1. Proporções e número de plantas aquáticas que definiram as “Situações” estudadas no presente trabalho de deposição de calda de pulverização.....	19
2. Corantes, consumo médio de calda de pulverização obtido após a calibração das pontas de pulverização e condições climáticas observadas durante as aplicações.....	20
3. Valores médios do volume aplicado, depositado e perdido em função da deriva e porcentagem de recuperação da solução aplicada.....	26
4. Valores médios dos depósitos de calda de pulverização observados na água das caixas contendo diferentes proporções de plantas aquáticas da “Situação Aguapé”	27
5. Valores médios dos depósitos de calda de pulverização observados na água das caixas contendo diferentes proporções de plantas aquáticas da “Situação Salvinia”	29
6. Valores médios dos depósitos de calda de pulverização observados na água das caixas contendo diferentes proporções de plantas aquáticas da “Situação Alface”	30
7. Porcentagem dos depósitos unitários de calda de pulverização observados na água das caixas contendo diferentes proporções de plantas aquáticas das “Situações Aguapé, Salvinia e Alface d’água”	32
8. Valores médios dos depósitos unitários de calda de pulverização observados nas folhas de <i>Eichhornia crassipes</i> em função das diferentes proporções de <i>Salvinia auriculata</i> e <i>Pistia stratiotes</i> utilizadas na “Situação Aguapé”	34
9. Valores médios dos depósitos unitários de calda de pulverização observados nos pulvinos de <i>Eichhornia crassipes</i> em função das diferentes proporções de <i>Salvinia auriculata</i> e <i>Pistia stratiotes</i> utilizadas na “Situação Aguapé”	36
10. Valores médios dos depósitos unitários e depósitos totais de calda de pulverização observados nas plantas de <i>Eichhornia crassipes</i> em função das diferentes proporções de <i>Salvinia auriculata</i> e <i>Pistia stratiotes</i> utilizadas na “Situação Aguapé”	38

Tabela	Página
11. Valores médios dos depósitos unitários e depósitos totais de calda de pulverização observados nas plantas de <i>Salvinia auriculata</i> em função das diferentes proporções de <i>Eichhornia crassipes</i> e <i>Pistia stratiotes</i> utilizadas na “Situação Salvínia”	41
12. Valores médios dos depósitos unitários e depósitos totais de calda de pulverização observados nas plantas de <i>Pistia stratiotes</i> em função das diferentes proporções de <i>Salvinia auriculata</i> e <i>Eichhornia crassipes</i> utilizadas na “Situação Alface d’água”	44
13. Porcentagem dos depósitos unitários de calda de pulverização observada nas folhas das plantas aquáticas em função das diferentes proporções utilizadas nas “Situações Agupapé, Salvínia e Alface d’água”	46

LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
1. Detalhe dos reservatórios contendo dominância total (100%) das espécies <i>Eichhornia crassipes</i> (a) e <i>Salvinia auriculata</i> (b).....	15
2. Detalhe do reservatório contendo dominância total (100%) da espécie <i>Pistia stratiotes</i>	16
3. Detalhe da divisão do reservatório em quadrantes e da retirada (a) e reposição (b) das plantas aquáticas para composição das associações (75% de salvinia com 25% de aguapé).....	17
4. Detalhe da distribuição aleatória das plantas aquáticas para composição das associações (75% de salvinia com 25% de aguapé).....	18
5. Curvas de calibração para os corantes Azul Brilhante FDC-1 a 630 e 427 nm, Amarelo Tartrasina a 427 nm em relação às diferentes absorbâncias e concentrações em ppm.....	25

1. RESUMO

Este trabalho teve como objetivo avaliar a quantidade de calda de pulverização depositada na água e em folhas de *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms, *Salvinia auriculata* Aubl e *Pistia stratiotes* L. em condições variáveis de arranjos populacionais e dois tipos de pontas de pulverização (ConeJet TXVK-8 e TeeJet DG 11002 VS). Para tanto, foi conduzido um experimento em caixas d'água composto por três "Situações" distintas. Na "Situação Aguapé", além da proporção de dominância total correspondente à cobertura de 100% da caixa d'água pelas plantas de aguapé, foram utilizados os arranjos (ou proporções) com as espécies de salvinia ou alface d'água a 75%:25%, 50%:50%, 25%:75%. Adotou-se as mesmas proporções na "Situação Salvínia" e na "Situação Alface d'água", sendo que cada "Situação" foi determinada pela predominância total de salvínia ou alface d'água, respectivamente, na caixa d'água. Uma densidade tripla, onde as três espécies foram igualmente dispostas na proporção de 33,33%, foi utilizada como testemunha. Soluções dos corantes Amarelo Tartrasina FDC-5 a 3.500 ppm e Azul Brilhante FDC-1 a 1.000 ppm foram utilizados como traçadores para as pontas TXVK-8 e DG 11002VS, respectivamente. A pulverização de ambas soluções foram efetuadas na mesma unidade experimental, com um intervalo de 30 minutos entre si, através de um pulverizador costal pressurizado com CO₂ e calibrado de modo a proporcionar um volume de aplicação aproximado de 200 L/ha. Amostras de água dos reservatórios foram coletadas antes e após as aplicações com o objetivo de avaliar a quantidade de calda de pulverização que não atingiu o alvo. Imediatamente após a coleta da

água, as plantas presentes nos reservatórios foram lavadas com água destilada até remoção total dos corantes depositados nas folhas. Placas de plástico contendo 20 mL de água destilada foram dispostas em cada uma das unidades experimentais com o objetivo de avaliar-se a eficácia da pulverização e possíveis perdas por deriva. Obtidas as amostras, foram procedidas leituras de absorbância em espectrofotômetro de feixe duplo, modelo CGB Cintra 20, nos comprimentos de onda de 427 e 630 nm. Com os resultados de absorbância foi possível determinar-se a quantidade de corante depositado na água, plantas e placas de plástico através de equações de regressão obtidas a partir de soluções padrões de ambos corantes, cujas concentrações eram previamente conhecidas. Os depósitos de calda foram estimados em $\mu\text{L/planta}$ e $\mu\text{L}/\text{cm}^2$ de superfície foliar e da lâmina de água. Os maiores depósitos de calda de pulverização na água foram obtidos naquelas associações em que se utilizaram as maiores proporções da espécie *salvinia* e os menores depósitos foram observados nas associações com maiores proporções de *aguapé*. A ponta TXVK-8 proporcionou percentualmente maiores depósitos de calda de pulverização na água quando comparado com a ponta DG 11002VS. Para ambas as pontas de pulverização, o aumento na proporção de *salvinia* na associação propiciou os maiores depósitos de calda de pulverização sobre as plantas de *aguapé* e *alface d'água*. O aumento na proporção de plantas de *aguapé* na associação permitiu menores depósitos de calda pulverização sobre as plantas de *salvinia* e *alface d'água*, independentemente do tipo de ponta de pulverização utilizada. A presença de plantas de *alface d'água* na associação não interferiu na quantidade dos depósitos de calda de pulverização obtida sobre plantas de *aguapé* e *salvinia* por unidade de área foliar. Comparativamente, a ponta TXVK-8 proporcionou maiores depósitos de calda de pulverização sobre as plantas aquáticas quando comparada com a ponta DG 11002VS, independentemente da proporção e da espécie envolvida na associação.

EFFECT OF NOZZLES AND POPULATION ARRANGEMENTS OF *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms, *Salvinia auriculata* Aubl. AND *Pistia stratiotes* L. ON THE SPRAY DEPOSITION. Botucatu, 2006. 57p. Tese (Doutorado em Agronomia/Agricultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: SIDNEI ROBERTO DE MARCHI

Adviser: DAGOBERTO MARTINS

2. SUMMARY

The present research had as objective to quantify the spray deposition on water and leaves of water hyacinth (*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms), water fern (*Salvinia auriculata* Aubl.) and water lettuce (*Pistia stratiotes* L.) according to various population arrangements and two nozzle type (ConeJet TXVK-8 and TeeJet 11002VS). The trial was carried out under reservoirs conditions using three different “Situations”. At “Water hyacinth Situation”, besides the total dominancy proportion equivalent to 100% of reservoir covering by water hyacinth plants, it was used three others combinations involving water hyacinth and water fern or water lettuce plants, as following: 75%:25%, 50%:50% and 25%:75%. The same combinations were also used at “Water Fern Situation” and “Water Lettuce Situation”, being each “Situation” determined by total dominancy of water fern or water lettuce in the

reservoirs, respectively. A triple ratio, where the three species were equally disposed at proportion of 33,33%, was used as check. Dye solutions of FD&C Yellow n. 5 at 3,500 ppm and FD&C Blue n. 1 at 1,000 ppm were used as spraying tracers for TXVK-8 and DG 11002 VS nozzles, respectively. Both solutions were sprayed at same plot within at 30 minutes interval each one through a CO₂ pressured backpack knapsack calibrated to delivery a spray volume around 200 L/ha. Samples of reservoirs water were taken before and after sprays in order to evaluate the carrier quantity that not reaches the target. After that, the plants present at reservoirs were washed with distillated water until totally dyes removal deposited on the leaves. Plastic dishes containing 20 mL of distillated water were disposed in each experimental plot in order to check the spray efficacy and possible drift losses. Absorbance measures at 427 and 630 nm of wavelength were procedures in all samples by spectrophotometer of double bundle model CGB Cintra 20. Obtained the absorbance results it was possible to quantify the dye deposited in water, plants and plastic dishes by using a regression equations established from standard solutions of both dyes, whose the concentrations were previously knew. The dyes deposits were estimated in $\mu\text{L}/\text{plant}$ e $\mu\text{L}/\text{cm}^2$ of reservoir and foliar surface. The biggest deposits of dyes on reservoir water were obtained at association in which fern was used at highest proportions, and the smallest were observed at highest water hyacinth proportions. The nozzle TXVK-8 provided highest percentage of dyes deposits on water when compared with nozzle DG 11002 VS. For both nozzles, increases of water fern in the proportions allowed increases of dyes deposit on water hyacinth and water lettuce plants. Increases of water hyacinth plants in the proportion provided smallest dyes deposits over fern and water lettuce plants, independently of nozzle type used. The presence of water lettuce in the plant associations did not interposed the spray deposition on water hyacinth and water fern plants by foliar area unit. Comparatively, the nozzle TXVK-8 provided highest spray depositions over aquatic plants when compared with the nozzle DG 11002 VS, independently of proportion and specie involved at association.

Keywords: Water hyacinth, water fern, water lettuce, nozzle types, population arrangements, spray deposition.

3. INTRODUÇÃO

A intervenção antrópica estabelecida de maneira não planejada sobre os diversos ecossistemas aquáticos promove alterações ou distúrbios significativos no equilíbrio do meio. Exemplos deste tipo de interferência são a construção de reservatórios para fins hidrelétricos, fonte de água potável para a população urbana ou para irrigação de lavouras; manipulação dos níveis higrômétricos destes reservatórios e o desmatamento das matas ciliares.

Estas intervenções promovem uma série de alterações nas características químicas, físicas e bióticas dos corpos hídricos, levando a mudanças expressivas na comunidade biótica que os coloniza, incluindo expansão de populações de macrófitas aquáticas.

A ação que mais afeta nas explosões populacionais de plantas aquáticas é o rápido incremento de nutrientes e sólidos suspensos nos ecossistemas aquáticos, oriundos da emissão descontrolada de diferentes efluentes e dejetos urbanos, industriais ou agrícolas (Thomaz, 2002). Essa eutrofização artificial vem ocorrendo de maneira intensa na maioria dos ambientes aquáticos, o que provoca normalmente o aumento da concentração de nutrientes, especialmente fósforo e nitrogênio (Esteves, 1998).

O rápido crescimento populacional de várias espécies de plantas aquáticas leva à colonização de vastas áreas, podendo afetar a qualidade e os usos múltiplos de ecossistemas aquáticos. Os problemas mais comumente observados são a redução da

biodiversidade (Winton & Clayton, 1996; Cilliers et al., 1996), prejuízos aos esportes náuticos, entupimento de tubulações e canais de irrigação e, mais recentemente, prejuízos à produção de energia em usinas hidrelétricas (Itaipu Binacional, 1997; Marcondes et al., 1997; Thomaz & Bini, 1999). Assim, devido a sua importância ecológica, o termo “daninha” tem sido empregado com relativa frequência na literatura para adjetivar algumas populações de plantas aquáticas.

Do ponto de vista ambiental, algumas espécies de crescimento rápido podem suprimir outras menos agressivas, desejáveis para manutenção da diversidade, ou modificar negativamente algumas características físicas da água (Cardoso et al., 2002). Algumas espécies aquáticas emersas, como *Brachiaria mutica* (Forks) Stapf, *Brachiaria subquadripa* (Trin.) Hitchc., *Heteranthera reniformis* Ruiz & Pav., *Panicum repens* L. e *Typha subulata* Crespo & Perez-Moreau e espécies aquáticas flutuantes como *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms, *Salvinia auriculata* Aubl. e *Pistia stratiotes* L, já estão se tornando problemas em reservatórios de hidrelétricas e em outros tipos de reservatórios, devido a sua grande capacidade de reprodução e produção de biomassa.

Em outros países, como Estados Unidos, Canadá, Nova Zelândia, as plantas aquáticas vêm sendo estudadas há muitos anos e diferentes métodos de controle, mecânicos, biológicos e químicos são adotados. Dentro do controle químico, uma grande quantidade de herbicidas já foi testada, isoladamente, ou de maneira associada a outras práticas, sendo selecionados aqueles em que o controle não acarreta prejuízos ao habitat natural dessas plantas ou mesmo a peixes e outros organismos aquáticos.

No Brasil, Martins et al. (2002) estudaram o controle químico de *P. stratiotes*, *E. crassipes* e *S. molesta*, em condições de caixa d'água, e observaram que os herbicidas 2,4-D e imazapyr não foram eficientes no controle de *P. stratiotes* e *S. molesta*. Esse fato poderia talvez estar relacionado à grande quantidade de pelos presentes na epiderme dessas duas espécies. Deve-se ressaltar que essa estratégia da planta auxilia-a a não submergir e seria também uma forma de dificultar o contato da calda o herbicida na epiderme foliar e, com isso, reduzir sua absorção pela planta (Kissmann, 1997).

Os controles insatisfatórios observados no campo provavelmente podem ser atribuídos à falta de um contato apropriado do produto com as plantas, proporcionadas por condições edafoclimáticas desfavoráveis e imperfeições no trabalho de aplicação dos

produtos. Na aplicação de produtos fitossanitários, vários fatores devem ser levados em consideração. Nordby (1989) descreve que a deposição e distribuição dos produtos sobre as plantas dependem de fatores como: tamanho e densidade das plantas, tamanho das gotas, deriva, volume de calda de pulverização, arquitetura da planta, velocidade do equipamento pulverizador, pontas de pulverização, velocidade do ar gerado pelo equipamento e distância do pulverizador até o alvo. O autor ainda complementa que os resultados de trabalhos com aplicação de produtos fitossanitários para serem viabilizados na prática devem conter, além dessas informações básicas, os resultados de quantificação dos depósitos no alvo.

Desta forma, o presente trabalho teve o objetivo de quantificar os depósitos de calda de pulverização proporcionados pelas pontas TXVK-8 e DG 110.02VS na água e sobre plantas de *E. crassipes*, *S. auriculata* e *P. stratiotes* dispostas em diferentes arranjos populacionais.

4. REVISÃO DE LITERATURA

As plantas aquáticas colonizam, em diferentes graus, a maioria dos ecossistemas aquáticos lóticos e lênticos. Sua importância ecológica tem sido enfatizada por vários pesquisadores e está relacionada basicamente ao aumento da heterogeneidade espacial, que propicia a criação de habitats para macroinvertebrados (Esteves & Camargo, 1986), aves e peixes (Wallsten, 1998; Nakatani et al., 1997; Weaver et al., 1997), aumento da estabilidade da região litorânea e proteção das margens (Sand-Jansen, 1998) e, ainda, em determinadas circunstâncias, à retenção de nutrientes e poluentes (Gopal, 1987; Engelhardt & Ritche, 2001). Também, a biomassa das macrófitas aquáticas pode representar, em determinados ecossistemas, a base de sistemas alimentares de herbivoria e detritivoria (Duarte et al., 1994; Esteves, 1998).

Contudo, o crescente desenvolvimento tecnológico do homem promoveu sério desequilíbrio nos ambientes aquáticos, como a alteração de ambientes lóticos e lênticos, a retirada da proteção e da competição proporcionada pelas matas ciliares, a erosão de solos agrícolas e o despejo de resíduos industriais e urbanos que se acumulam em rios e lagos, alterando o equilíbrio físico-químico desses meios. Ao receber uma descarga de resíduos, começa, nos rios e lagos, o processo de autodepuração realizado pelos organismos vivos, que transformam o material biodegradável em nutrientes, promovendo, freqüentemente, a eutrofização do sistema (Neves et al. 2002). Tais atividades antrópicas têm levado a um

crescimento desordenado e acelerado de organismos autotróficos, particularmente algas planctônicas (fitoplâncton) e plantas aquáticas (Valente et al., 1997; Velini, 2000).

Uma grande diversidade de plantas aquáticas pode ser encontrada vegetando às margens de rios e reservatórios ou dentro dos mais diversos ambientes aquáticos, empregando diferentes mecanismos de adaptação para sobrevivência e desenvolvimento. Enquanto algumas espécies apresentam-se enraizadas em corpos d'água com fortes correntezas, outras somente podem viver em águas paradas ou estagnadas.

Dentre as principais plantas daninhas aquáticas, podem-se destacar a *E. crassipes*, *P. stratiotes*, *Echinochloa polystachya* (H.B.K.) Hitchc.; espécies aquáticas dos gêneros *Polygonum* e *Salvinia*; *B. subquadripa*; *Typha dominguensis* Pers.; *Egeria densa* Planck, *Egeria najas* Planck e espécies aquáticas do gênero *Cyperus* (Martins et al., 2002). Porém, as plantas daninhas aquáticas flutuantes são as que causam os mais sérios e difundidos problemas em nível mundial. Estas normalmente apresentam rápida capacidade de multiplicação vegetativa, independência das estruturas sexuais de reprodução, grande área de tecido fotossintético em proporção ao comprimento da planta, capacidade rápida de ocupar locais disponíveis onde incida luz, além da independência das condições do substrato, devido ao fluxo d'água e à localização das plantas (IBAMA, 1998).

E. crassipes (aguapé) é uma planta aquática flutuante livre, nativa da América do Sul e pertencente à família Pontederiaceae, que se reproduz por sementes, as quais permanecem viáveis por pelo menos 15 anos no sedimento dos corpos d'água (Holm & Yeo, 1980), e de forma vegetativa, via estolões. Os rebentos produzidos são separados da planta-mãe pela ação do vento, das ondas, das correntezas e pela própria deterioração dos estolões (Holm et al., 1991). Atualmente, encontra-se amplamente distribuída nas regiões tropicais e subtropicais.

P. stratiotes (alface d'água), pertencente à família Araceae, é uma espécie flutuante que apresenta capacidade de rápida multiplicação vegetativa, habilidade para regenerar-se a partir de pequenas porções do talo e independência parcial ou completa das estruturas sexuais de reprodução. A planta nova dirige sua energia para o desenvolvimento de folhas, sendo que a planta mais velha dirige a energia para o desenvolvimento de estolões (Kissmann, 1997).

S. auriculata (salvínia) é uma espécie da família Salviniaceae que apresenta ampla distribuição no Brasil, constituindo-se em sério problema como invasora em diferentes coleções de águas. É uma planta de águas paradas ou de pouca movimentação, sendo que as correntezas rompem as suas estruturas devido à inexistência de lignificação de seus tecidos (Holm et al., 1991). No entanto, essa fragilidade estrutural facilita sua dispersão e colonização de novas áreas. Essa espécie também é conhecida pela sua explosiva capacidade de colonização, no qual, em condições ótimas, forma uma enorme massa vegetativa na superfície das águas e chega a produzir 650 gramas de biomassa seca $\text{m}^{-2} \text{ano}^{-1}$ (Martins et al., 2002).

Geralmente, *E. crassipes*, *P. stratiotes* e *S. auriculata* são facilmente encontradas associadas nas diversas populações de plantas aquáticas, devido o fato dessas três espécies apresentarem praticamente a mesma preferência quanto às condições ambientais. Levantamentos realizados em comunidades de plantas aquáticas nos reservatórios da Companhia Energética de São Paulo mostraram que *E. crassipes*, *S. auriculata* e *P. stratiotes* sempre estiveram listadas entre as seis espécies de plantas aquáticas mais freqüentes, sendo que a espécie *E. crassipes* foi encontrada em todos os pontos de levantamento (Tanaka et al. 2002). Martins et al. (2003), ao caracterizarem as comunidades infestantes de plantas aquáticas presentes nos reservatórios da Light - Sistema de Eletricidade S.A. – RJ, relatam que *E. crassipes*, *P. stratiotes* e *S. auriculata* estiveram relacionadas entre as espécies mais freqüentes nos vários pontos avaliados. Carvalho et al. (2003), após realizar levantamento da vegetação aquática no reservatório de Barra Bonita, no rio Tietê, constatou que as espécies aquáticas mais importantes foram *Brachiaria mutica* (Forsk.) Stapf, *B. subquadripara* e *E. crassipes*. Os pesquisadores comentam, ainda, que as espécies *P. stratiotes* e *Salvinia auriculata* Aubl. também podem ser destacadas no levantamento, pois apresentaram índices de ocupação entre 5% e 10%.

Contudo, plantas de *E. crassipes* são altamente competitivas, tendendo a dominar o ambiente aquático e prevalecendo sobre plantas como *Azolla* spp, *P. stratiotes*, *Salvinia* spp, etc. (Kissmann, 1997). Levantamento realizado por Carvalho et al (2005) no reservatório de Bariri, localizado no rio Tietê, revelou que a espécie *E. crassipes* esteve presente em 85,6% dos 194 pontos avaliados apresentando um índice de ocupação de 13,8% na área vegetada. Já, as espécies *P. stratiotes* e *S. auriculata* apresentaram freqüência de 34,0% e 3,6% e índice de ocupação de 2,9% e 1,0% da área vegetada, respectivamente.

Resultados semelhantes foram encontrados por Cavenaghi et al. (2005) ao monitorar os problemas com planta aquáticas no reservatório da UHE Mogi-Guaçu, uma vez que os índices de valor de importância encontrados para as espécies *E. crassipes*, *P. stratiotes* e *S. auriculata* foram de 12,53%, 5,28% e 7,00%, respectivamente.

A partir de certo limite, o desenvolvimento da vegetação aquática pode passar a ser considerado prejudicial aos usos múltiplos de ecossistemas aquáticos e, então, os métodos de controle ou manejo são necessários. Os métodos mecânicos de controle têm-se destacado, notadamente aqueles relacionados à remoção das plantas através de esteiras picadoras localizadas às margens, colhedoras flutuantes ou retroescavadeiras instaladas em balsas (Marchi et al., 2005a). Todavia, esses equipamentos de colheita e retirada do material vegetal dos reservatórios geralmente apresentam elevado custo operacional devido a fatores como custos diretos do maquinário, habilidade dos operadores, custos de propriedade dos equipamentos e custos de terceirização de serviços de transporte do material colhido até uma área de descarte (Antuniassi et al., 2002).

Dentre os possíveis métodos aplicáveis para o controle de plantas aquáticas, o método químico através da utilização de herbicidas surge como uma opção econômica e eficaz para o manejo dessas plantas. Vários trabalhos realizados por diferentes pesquisadores têm comprovado a eficiência do controle químico nessas plantas flutuantes e sua segurança sobre organismos aquáticos através do uso de diversos herbicidas, como 2,4-D (Joyle & Sikka, 1977; Selvan & Lall, 1981; Martins et al., 1999; Martins et al., 2002), glyphosate (Van et al., 1987; Martins et al., 1999; Neves et al., 2002; Martins et al., 2002), diquat (Martins et al., 1999; Martins et al., 2002) e imazapyr (Martins et al., 1999; Martins et al., 2002).

Apesar de existirem pesquisas que avaliem a eficiência dos herbicidas, ainda há pouca informação no que diz respeito à tecnologia de aplicação em ambientes aquáticos e praticamente são inexistentes informações referentes à quantificação de depósitos de calda de pulverização que não atingiram as plantas e, por conseguinte, tiveram como destino a água.

Geralmente, as tecnologias de aplicação de calda de pulverização em ambientes aquáticos têm-se baseado em informações obtidas nas aplicações realizadas via terrestre, onde os trabalhos dedicam-se a avaliar o volume de calda de pulverização (Jensen & Kirknel, 1994; McMullan, 1995), a velocidade de deslocamento do equipamento utilizado na

pulverização (Richard Jr, 1991) e os tipos ou ângulos adotados das pontas de pulverização (Klein et al., 1994; Maciel et al., 2000; Silva, 2000; Tomazela, 2001).

Alguns trabalhos também foram conduzidos com o objetivo de estudar a deposição de calda de pulverização em função do alvo biológico, no caso, a planta daninha. Souza et al. (2000), analisando a deposição de calda de pulverização em dois tamanhos de *Sida rhombifolia* L., observaram que o depósito sobre plantas menores foi 1,5 vez superior nas plantas em relação às plantas maiores. Tomazela (1997), avaliando a deposição de calda de pulverização em função da densidade populacional de *Brachiaria plantaginea* (Link) Hitchc, verificou que os depósitos por planta e a porcentagem de depósito nas plantas aumentaram com o incremento da densidade populacional. Silva et al. (2002), utilizando soluções do corante FDC-1 como traçante, também verificaram que quanto maior a densidade populacional de *Cyperus rotundus* L. maior a porcentagem de depósito de solução pulverizada em plantas dessa espécie. Em outro trabalho, Tomazela (2001) verificou que, em populações uniformes como em populações combinadas, a *B. plantaginea* no estágio de desenvolvimento de duas folhas recebeu maior depósito de calda de pulverização em relação ao estágio de desenvolvimento de quatro folhas, para o mesmo volume de aplicação.

Além do tamanho e a densidade populacional da planta daninha, o tamanho da folha da espécie alvo também parece ter influência sobre a deposição da calda pulverizada. Costa et al. (2002), utilizando três diferentes tamanhos de alvo, verificaram que os alvos maiores apresentaram as curvas de distribuição de depósitos similares e com menores dispersões de depósitos, em relação ao alvo menor. Tofoli (2001) utilizou os traçantes K, Ca, Cu e Zn para determinar o depósito em sete diferentes tamanhos de alvos planos e constataram que as maiores variações nos depósitos ocorreram para os alvos menores. O autor comenta que a regularidade da distribuição da pulverização aumenta com o aumento dos tamanhos dos alvos e que as irregularidades de depósitos provenientes da pulverização pode levar à necessidade de aumentos de 1,2 a 5,8 vezes na dose do herbicida para manter a mesma porcentagem de controle, dependendo do tipo de ponta de pulverização e tamanho do alvo.

No entanto, poucos trabalhos relacionados à deposição de calda de pulverização em plantas daninhas aquáticas puderam ser localizados na literatura. Silva et al. (2004) ao estudarem a deposição da calda de pulverização sobre plantas de *T. subulata*, verificaram que a adição de Aterbane a 0,5% ou Silwet a 0,01% na calda uniformizou a

deposição do corante Azul Brilhante FDC-1 quando comparados com o tratamento sem surfatante.

Negrisoli et al. (2002) constataram que a calda pulverização, quando adicionada com Aterbane, conferiu maior uniformidade de depósitos sobre plantas de *S. molesta*. Esses autores ainda comentam que as médias dos depósitos da aplicação feita sem o surfatante foram superiores às médias da calda de pulverização com o surfatante. Martins et al (2005) observaram resultados semelhantes da adição de diferentes concentrações de Aterbane quanto aos depósitos unitários sobre plantas de *P. stratiotes*, uma vez que os depósitos de calda de pulverização contendo 0,25% ou 0,50% do adjuvante não diferiram estatisticamente dos depósitos de calda de pulverização sem adjuvante. Marchi et al. (2005b), ao estudarem os depósitos de calda de pulverização proporcionados pelas pontas TX-12 e XR 11002VS nas faces adaxial e abaxial das folhas de *E. crassipes* dispostas em diferentes combinações de ângulos na horizontal e vertical, concluíram que os depósitos de calda diminuíram à medida que se aumentou a angulação vertical, independentemente da ponta de pulverização utilizada. Além disso, os menores depósitos de calda sempre estiveram relacionados ao ângulo vertical de 90°, independentemente do ângulo horizontal na qual esteve associado.

Todavia, nestes poucos trabalhos encontrados, as aplicações foram realizadas em folhas ou plantas individualizadas e, provavelmente, a deposição da calda de pulverização não foi influenciada pelo excesso de folhas ou pela proximidade de outra espécie. Além disso, outro parâmetro importante não foi avaliado nestes trabalhos, o qual seria a quantidade de calda de pulverização que não atingiu o alvo e que se depositou no ambiente onde se desenvolvem as plantas, ou seja, na água.

5. MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi conduzido no NUPAM (Núcleo de Pesquisas Avançadas em Matologia), pertencente ao Departamento de Produção Vegetal, setor de Agricultura da FCA/UNESP – Campus de Botucatu/SP. O experimento foi conduzido no delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições adotando-se o esquema fatorial 2 x 7, onde foram estudados os depósitos de calda de pulverização proporcionados por dois tipos distintos de ponta de pulverização em sete diferentes arranjos populacionais de plantas aquáticas. As unidades experimentais foram constituídas de caixas plásticas com dimensões de 45 x 60 x 60 cm, área superficial de 3.600 cm² e volume de 162 L de água e sem nenhum tipo de substrato depositado no fundo. As diferentes proporções utilizadas foram estabelecidas segundo a quantidade máxima de plantas suficiente para preencher totalmente a área superficial da unidade experimental.

As espécies escolhidas para este estudo foram: aguapé (*E. crassipes*), salvinia (*S. auriculata*) e alface d'água (*P. stratiotes*). A área foliar média de *E. crassipes*, *S. auriculata* e *P. stratiotes* foi de 221,07; 21,27 e 138,48 cm²/planta, respectivamente. Os arranjos populacionais (ou proporções) foram obtidos através da combinação entre duas espécies no mesmo reservatório partindo-se sempre da predominância absoluta de determinada espécie em relação às demais (Figuras 1 e 2), o que determinou as três “Situações” em que o estudo de deposição foi conduzido.



Figura 1. Detalhe dos reservatórios contendo dominância total (100%) das espécies *Eichhornia crassipes* (a) e *Salvinia auriculata* (b). Botucatu/SP, 2004.



Figura 2. Detalhe do reservatório contendo dominância total (100%) da espécie *Pistia stratiotes*. Botucatu/SP, 2004.

Para facilitar a distribuição das plantas nos arranjos duplos, os reservatórios foram divididos em quatro quadrantes de iguais medidas nas quais as espécies aquáticas eram retiradas ou então incluídas na associação (Figura 3). Após serem estabelecidas as proporções dentro dos quadrantes, as plantas foram misturadas entre si até obter distribuição aleatória dentro dos reservatórios (Figura 4). Todo este procedimento foi realizado dois dias antes da aplicação dos corantes com o objetivo de permitir a total decantação de materiais provenientes do sistema radicular, além de proporcionar a plena estabilização das plantas dentro das caixas d'água.



Figura 3. Detalhe da divisão do reservatório em quadrantes e da retirada (a) e reposição (b) das plantas aquáticas para composição das associações (75% de salvinia com 25% de aguapé). Botucatu/SP, 2004.



Figura 4. Detalhe da distribuição aleatória das plantas aquáticas para composição das associações (75% de salvinia com 25% de aguapé). Botucatu/SP, 2004.

Também foi incluído um tratamento composto por um arranjo populacional triplo, no qual as plantas aquáticas estiveram igualmente dispostas na proporção de 33,3333%. As “Situações” e suas respectivas proporções e quantidades de plantas aquáticas por unidade experimental estão apresentadas na Tabela 1.

A pulverização foi realizada por meio de pulverizador costal pressurizado com CO₂, contendo barra de aplicação equipada com duas pontas de pulverização distanciadas 50 cm entre si. Foram avaliados dois tipos de pontas: uma de jato cônico ConeJet TXVK-8 e outra de jato plano TeeJet DG 11002VS. O equipamento foi individualmente calibrado para as duas pontas visando um consumo de calda aproximado de 200 L/ha, sendo adotado o mesmo sentido de deslocamento para ambas pulverizações. Todas as unidades experimentais

permaneceram encobertas por faixas de tecido durante a noite anterior à aplicação com o objetivo de evitar-se a deposição de gotas de orvalho nas folhas das plantas. Mesmo assim, as pulverizações somente foram realizadas após a constatação que as folhas das três espécies utilizadas estavam totalmente desprovidas de umidade livre na superfície.

Tabela 1. Proporções e número de plantas aquáticas que definiram as “Situações” estudadas no presente trabalho de deposição de calda de pulverização. Botucatu/SP, 2004.

Situação Aguapé	Proporção (%)	Número de plantas por caixa		
		Aguapé	Salvinia	Alface d'água
Aguapé	100	16	0	0
Aguapé/salvinia	75/25	12	45	0
Aguapé/salvinia	50/50	08	90	0
Aguapé/salvinia	25/75	04	135	0
Aguapé/alface	75/25	12	0	07
Aguapé/alface	50/50	08	0	14
Aguapé/alface	25/75	04	0	21
Situação Salvinia	Proporção (%)	Número de plantas por caixa		
		Aguapé	Salvinia	Alface d'água
Salvinia	100	0	180	0
Salvinia/aguapé	75/25	04	135	0
Salvinia/aguapé	50/50	08	90	0
Salvinia/aguapé	25/75	12	45	0
Salvinia/alface	75/25	0	135	07
Salvinia/alface	50/50	0	90	14
Salvinia/alface	25/75	0	45	21
Situação Alface d'água	Proporção (%)	Número de plantas por caixa		
		Aguapé	Salvinia	Alface d'água
Alface d'água	100	0	0	28
Alface/aguapé	75/25	04	0	21
Alface/aguapé	50/50	08	0	14
Alface/aguapé	25/75	12	0	07
Alface/salvinia	75/25	0	45	21
Alface/salvinia	50/50	0	90	14
Alface/salvinia	25/75	0	135	07
Alface/aguapé/salvinia	33,3/33,3/33,3	05	60	10

Soluções do corante Amarelo Tartrasina FDC-5 e do corante Azul Brilhante FDC-1 foram utilizadas como traçadores para as pontas de pulverização. A aplicação com ambas as pontas de pulverização foram efetuadas na mesma unidade experimental com o

objetivo de estudar quantitativamente a calda depositada por situações distintas de pulverização em alvo único, conforme metodologia utilizada por Souza (2002).

Adotou-se intervalo de 30 minutos entre pulverizações, o que possibilitou a secagem das gotas na superfície das folhas e possíveis perdas por escorrimento da calda depositada. Deve-se ressaltar que estes corantes não influem nas características físicas da calda, como a tensão superficial das gotas pulverizadas (Palladini, 2000; Souza 2002), não são absorvidos pelas folhas ou degradados pela luz solar por um período de até 8 horas (Marchi et al., 2005b). Os corantes, os consumos médios de calda de pulverização obtidos após a calibração de cada tipo de ponta e as condições climáticas observadas durante as aplicações estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Corantes, consumo médio de calda de pulverização obtido após a calibração das pontas de pulverização e condições climáticas observadas durante as aplicações. Botucatu/SP, 2004.

	Ponta	
	TXVK-8	DG 11002VS
Classe de gotas	Fina	Grossa
Corante	Amarelo Tartrasina FDC-5	Azul Brilhante FDC-1
Consumo médio de calda	201,9 L.ha ⁻¹	201,5 L.ha ⁻¹
Pressão de trabalho	3,0 bar	2,0 bar
Data aplicação	01/07/2004	01/07/2004
Hora aplicação	8:30 h	9:05 h
Temperatura do ar	21,4 °C	21,2 °C
Umidade relativa do ar	63 %	66%
Velocidade do vento	3,1 km.h ⁻¹	3,3 km. ⁻¹
Ângulo jato pulverização	90°	90°

Caixas plásticas tipo Gerbox com dimensões de 11,5 x 11,5 x 3,0 cm foram utilizadas como coletores em cada unidade experimental com o objetivo de se avaliar a eficiência da deposição proporcionada por cada ponta de pulverização. Estes coletores foram dispostos de forma centralizada na lateral externa da caixa d'água e receberam 20 mL de água destilada com o objetivo de diminuir-se o impacto das gotas pulverizadas e possíveis perdas por recocheteamento

Em cada uma das unidades experimentais foram coletadas amostras de 20 mL (quatro sub-amostras de 5 mL) de água antes e imediatamente após as pulverizações com a finalidade de se avaliar a quantidade de calda de pulverização não capturada pelas plantas e que, conseqüentemente, atingiram o ambiente aquático onde estavam sendo mantidas as espécies aquáticas. As amostras de água foram obtidas utilizando-se micro-pipetas automáticas contendo ponteiros plásticos descartáveis.

Imediatamente após a aplicação das caldas de pulverização através das pontas de pulverização TXVK e DG 11002VS, procedeu-se a coleta e lavagem das plantas com água destilada para retirada e recuperação dos corantes que eventualmente tenham sido depositados durante as suas respectivas aplicações. Em cada uma das “Situações Salvínia” foram coletadas individualmente 20 plantas da espécie por unidade experimental (sub-amostras), acondicionadas em sacos plásticos e lavadas vigorosamente com 15 mL de água destilada. O mesmo procedimento foi adotado para as plantas das “Situações Alface d’água”, sendo que as sub-amostras foram lavadas com 60 mL de água destilada. Nas “Situações Aguapé” também adotou-se o princípio de sub-amostras, entretanto as folhas foram lavadas separadamente de seus respectivos pulvinos utilizando-se 35 mL de água destilada para cada uma destas partes.

Cabe salientar que, em cada uma das três “Situações”, as plantas de salvínia receberam especial atenção e foram preferencialmente retiradas da água antes das demais plantas aquáticas com as quais esteve associada, evitando-se assim que eventuais movimentações na água dos reservatórios retirassem o corante depositado na superfície das folhas.

Todas as amostras obtidas foram acondicionadas em frascos plásticos de cor âmbar devidamente etiquetados e armazenados ao abrigo do calor e da luz. Após, foram procedidas leituras de absorvância de todas as amostras obtidas em espectrofotômetro de feixe duplo, modelo CGB Cintra 20, operando com 10 mm de caminho ótico no comprimento de onda de 630 nm para o corante Azul Brilhante FDC-1 e 427 nm para o corante Amarelo Tartrasina FDC-5. Os dados de absorvância foram transformados em ppm por equação matemática obtida através da leitura da absorvância de diferentes soluções padrões de ambos corantes, cujas concentrações (em ppm) foram previamente estipuladas.

Em função da metodologia empregada neste trabalho, envolvendo os dois traçantes numa única solução de recuperação, foi necessário estudar os picos de absorção e as

possíveis interferências de um sobre o outro nos diferentes comprimentos de ondas. Para obter-se a concentração de cada traçante, fez-se a relação entre os coeficientes angulares resultantes de análise de regressão de acordo com a curva padrão.

Conhecendo as diferentes concentrações das amostras obtidas, foi possível chegar-se ao volume de calda de pulverização depositada nas plantas através da expressão matemática $C1.V1 = C2.V2$, em que:

C1 – concentração da calda de pulverização, em ppm, no momento da aplicação;

V1 – quantidade em mL que depositou nas plantas;

C2 – concentração da amostra, em ppm; e

V2 – quantidade em mL de água destilada utilizada na lavagem.

O produto desta expressão matemática foi multiplicado por 1.000 para obtenção do volume em μL . Com os dados em μL e dividindo-se os respectivos valores da unidade superficial do alvo não biológico ou pela área superficial da unidade experimental puderam ser obtidas as quantidades de calda de pulverização depositada em $\mu\text{L}/\text{unidade de superfície}$. No caso do alvo biológico, os dados em μL foram divididos pelas áreas foliares ou pela biomassa seca das plantas e obtidas as quantidades de calda de pulverização depositada em $\mu\text{L}/\text{unidade de superfície}$ e $\mu\text{L}/\text{g}$ de biomassa seca nos diferentes arranjos estudados, respectivamente.

A área foliar (AF) e do pulvino (AP) das plantas de aguapé foram obtidas através das equações de estimativa $AF = 0,720 (C \times L)$ e $AP = 2,378 (CP \times DP)$, respectivamente, sugeridas por Marchi & Pitelli (2003), onde C = comprimento ao longo da nervura principal, L = largura máxima perpendicular à nervura principal, CP = comprimento máximo do pulvino e DP = maior diâmetro transversal do pulvino. As áreas foliares das plantas de salvinia (AS) e alface d'água (AA) foram obtidas através de equações de estimativa $AS = 0,9426 (C \times L)$ (Marchi et al, 2004a) e $AA = 0,7576 (C \times L)$ (Marchi et al, 2004b), respectivamente, onde C = comprimento ao longo da nervura principal, L = largura máxima perpendicular à nervura principal. Após a obtenção da área foliar, as plantas foram acondicionadas em saco de papel e colocadas em estufa de circulação forçada de ar a uma temperatura de 60°C , até que atingissem peso constante. Posteriormente, foram pesadas em balança de precisão e obtidas suas respectivas biomassas secas.

Os resultados das quantidades de calda de pulverização depositada na água das unidades experimentais e nas plantas aquáticas presentes nas “Três Situações” foram submetidos a análise de variância pelo teste F e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste *t* a 5% de probabilidade.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Embora seja viável a utilização de apenas um traçante em estudos comparativos de depósitos quantitativos em tecnologia de aplicação, optou-se pela utilização de dois corantes em função da importante vantagem da obtenção de pares de dados em cada uma das repetições. Deste modo, puderam ser comparadas não somente os diferentes arranjos populacionais empregados em cada uma das “Três Situações”, mas também os depósitos de calda de pulverização proporcionados pelas duas pontas nestas condições.

Assim, tornou-se necessário estudar as possíveis interferências entre os traçantes e também suas concentrações para obter-se os mesmos níveis de detecção. Na Figura 5 estão apresentadas as curvas de calibração para os corantes e é possível observar a necessidade de uma concentração aproximada de 3,5 vezes maior do corante Amarelo Tartrasina FDC-5 para a obtenção dos mesmos níveis de detecção em relação ao corante Azul Brilhante FDC-1. Este fator foi calculado pela razão entre valores dos coeficientes angulares (0,1369 e 0,0388, respectivamente) observados nas curvas de calibração para o corante Azul Brilhante FDC-1 e Amarelo Tartrasina FDC-5.

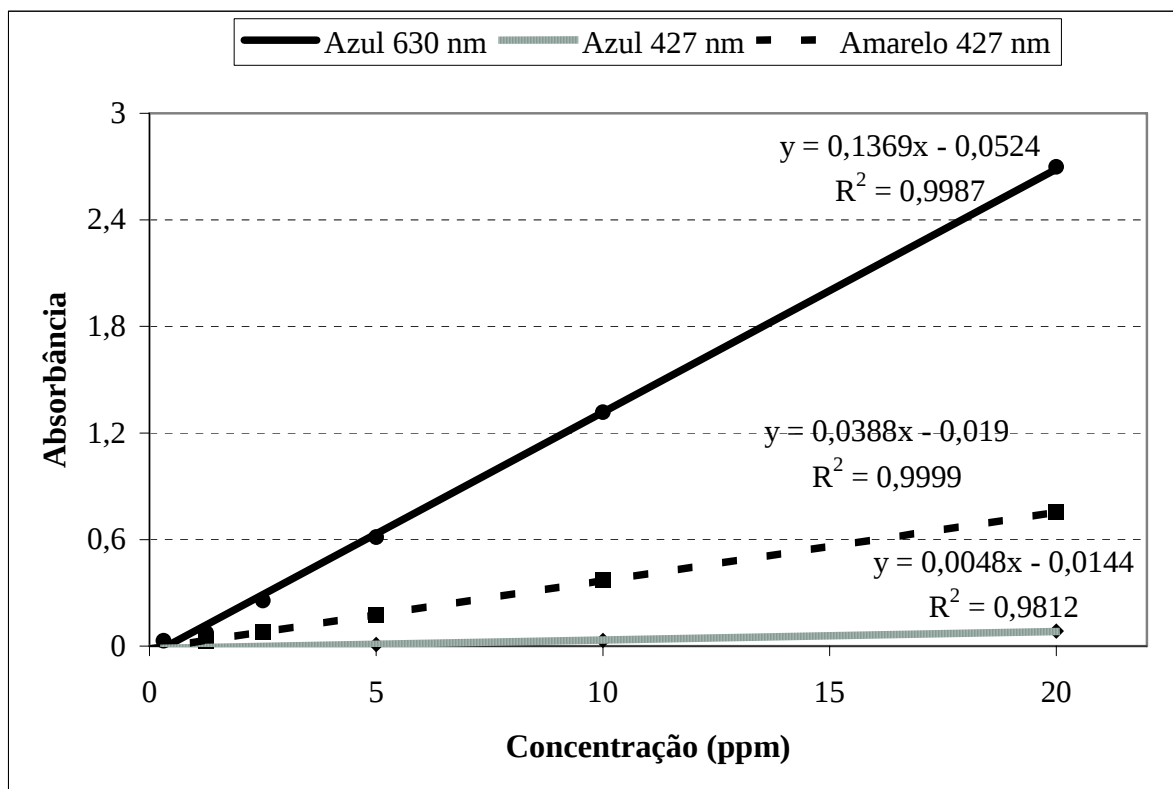


Figura 5. Curvas de calibração para os corantes Azul Brilhante FDC-1 a 630 e 427 nm, Amarelo Tartrasina a 427 nm em relação às diferentes absorbâncias e concentrações em ppm. Botucatu/SP, 2004.

Na Tabela 3 estão apresentados os volumes médios de calda de pulverização (L/ha) depositados nas placas Gerbox após a aplicação com os dois tipos de pontas de pulverização. A diferença entre a quantidade total de solução aplicada e as quantidades coletadas nas placas correspondem às estimativas de deriva. A pulverização realizada com a ponta ConeJet TXVK-8 apresentou-se muito eficiente quanto ao objetivo de atingir a placa de aferição da pulverização, pois apresentou valores de deposição muito próximos àqueles observados durante a regulagem do equipamento. Foram perdidos apenas 10 L/ha de calda de pulverização com índice de recuperação de aproximadamente 95%, o qual representaria uma perda de somente 0,1 $\mu\text{L}/\text{cm}^2$. A ponta TeeJet DG 110.02VS também proporcionou bom depósito de calda de pulverização na placa coletora, com índice de recuperação de 63%.

Estudos conduzidos por Silva (2000) em ambiente fechado mostraram valores semelhantes de recuperação da calda de pulverização em placas de acrílico, uma vez que, as porcentagens de recuperação observadas pelo autor foram de 78,9% e 88,6% para as

pontas TXVS-4 e DG 11002VS, respectivamente. Palladini (2000), trabalhando em ambiente aberto com pulverizador marca Jacto, modelo 2000/858 equipado com sete pontas J4-2 e seis pontas J4-3, distribuídos de forma intercalada no arco de pontas, cita depósitos de até 70% em folhas de citros, utilizando caldas de pulverização com diferentes tensões superficiais.

Tabela 3. Valores médios do volume aplicado, depositado e perdido em função da deriva e porcentagem de recuperação da solução aplicada. Botucatu/SP, 2004.

Ponta	Volume (L/ha) ^{\underline{1}}			Recuperação (%)
	Aplicado	Depositado	Deriva	
TXVK-8	201,5	191,33	10,17	94,95
DG 110.02VS	201,9	127,76	74,14	63,28

\underline{1} – Média de 36 alvos coletores.

Especificamente em plantas aquáticas, Negrisoni et al. (2002) estudaram os depósitos de calda de pulverização proporcionados pela ponta tipo DG 11002VS em plantas de *S. molesta* e relatam índices de recuperação ao redor de 61%. Entretanto, Martins et al. (2005) estudaram os efeitos da adição de adjuvante sobre a deposição de calda de pulverização proporcionada pela ponta tipo DG 11002VS em plantas de *P. stratiotes* e observaram índices de recuperação da calda próximos a 30%, mesmo trabalhando em condições de ambiente fechado. Os autores comentam que essa baixa deposição pode estar relacionada às características da planta, como a presença de pêlos nas folhas, uma vez que a adição do adjuvante não diferiu estatisticamente da calda sem adjuvante. Deste modo, os índices de recuperação encontrados no estudo ora analisado podem ser considerados como satisfatórios, uma vez que as perdas por deriva foram inferiores a 37%.

As leituras de absorbância realizadas nas amostras de água dos reservatórios retiradas antes da aplicação das caldas de pulverização foram praticamente nulas para os dois comprimentos de onda utilizados (630 e 427 nm), indicando que a condição original da água provavelmente não influenciou as quantidades dos depósitos observados após a pulverização.

Os depósitos de calda de pulverização proporcionados na água pelas duas pontas de pulverização em função das diferentes proporções de plantas aquáticas presentes na “Situação Aguapé” estão apresentados na Tabela 4.

Tabela 4. Valores médios dos depósitos de calda de pulverização observados na água das caixas contendo diferentes proporções de plantas aquáticas da “Situação Aguapé”. Botucatu/SP, 2004.

“Situação Aguapé”	Proporção (%)	Depósitos de calda ($\mu\text{L}/\text{cm}^2$)	
		TXVK-8	DG 110.02VS
Aguapé	100	0,1399 C a	0,1896 C a
Aguapé/salvínia	75/25	0,1577 C a	0,1991 C a
Aguapé/salvínia	50/50	0,2080 BC b	0,3035 A a
Aguapé/salvínia	25/75	0,4448 A a	0,4577 A a
Aguapé/alface	75/25	0,1616 C a	0,2081 C a
Aguapé/alface	50/50	0,1768 C a	0,2413 BC a
Aguapé/alface	25/75	0,2002 BC a	0,2358 BC a
Aguapé/salvínia/alface	33,3/33,3/33,3	0,2723 B a	0,1892 C b
F Proporção		25,49**	
F Ponta		6,55**	
F Proporção X Ponta		2,09*	
DMS		0,0730	
C.V. (%)		21,71	

** Significativo a 1% de probabilidade; * significativo a 5% de probabilidade. Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna ou de mesma letra minúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste t ($p>0,05$).

Para as duas pontas de pulverização estudadas, os menores depósitos na água foram observados onde havia a predominância total do aguapé, ou seja, na condição de 100% de plantas. As associações do aguapé com alface d’água também não influenciaram significativamente nos depósitos de calda de pulverização na água, uma vez que, estes não diferiram estatisticamente da condição de predominância total de aguapé. Entretanto, os depósitos na água tornaram-se progressivamente maiores naquelas proporções onde as plantas de salvínia foram utilizadas em maior escala, chegando a diferir estatisticamente das demais proporções estudadas quando se utilizou a proporção máxima de 75% de salvínia. Nesta proporção, os depósitos observados na água foram de 0,4448 e 0,4577 $\mu\text{L}/\text{cm}^2$ para as pontas TXVK-8 e DG 11002VS, respectivamente, o qual significa dizer que cerca de 44,48 e 45,77

L/ha da calda de pulverização atingiram a lâmina d'água das caixas onde estavam sendo mantidas as plantas aquáticas.

De maneira geral, não ocorreram diferenças estatísticas entre as duas pontas de pulverização estudadas quanto ao depósito de calda de pulverização sobre a água dos reservatórios em cada uma das proporções utilizadas na “Situação Aguapé”. As únicas exceções ocorreram na proporção tripla e na proporção 50% de aguapé com 50% de salvínia, nos quais os depósitos de calda de pulverização na água foram maiores nas pontas TXVK-8 e DG 11002VS, respectivamente.

Na Tabela 5 estão apresentados os depósitos de calda de pulverização proporcionados pelas duas pontas de pulverização nas diversas proporções estudadas na “Situação Salvínia”. Os maiores depósitos na água foram observados na condição de predominância total de salvínia e diminuíram na medida em que ocorreu aumento na proporção das plantas de aguapé ou de alface d'água, independentemente da ponta de pulverização utilizada na pulverização. Depósitos relativamente altos de 0,5448 e 0,5196 $\mu\text{L}/\text{cm}^2$ na água de cultivo foram proporcionados pelas pontas TXVK-8 e DG 11002VS, respectivamente, quando utilizou-se 100% de salvínia na cobertura da área superficial nas unidades experimentais. Estes depósitos não diferiram estatisticamente daqueles proporcionados pelas duas pontas de pulverização quando a salvínia foi utilizada na proporção de 75% juntamente com 25% de aguapé ou alface d'água.

De maneira oposta, os menores depósitos na água foram observados quando se utilizou 25% de salvínia associada à maior proporção de aguapé a 75%, sendo estes estatisticamente inferiores a todos os demais depósitos proporcionados por ambas as pontas de pulverização.

Nesta “Situação Salvínia” também não ocorreram diferenças estatísticas entre as pontas TXVK-8 e DG 11002VS quanto aos depósitos de calda de pulverização na água, exceção feita para a proporção de 50% de salvínia e 50% de alface d'água e 25% de salvínia e 75% de alface d'água, uma vez que, a ponta tipo leque proporcionou depósitos estatisticamente superiores na água em relação à ponta tipo cone.

Tabela 5. Valores médios dos depósitos de calda de pulverização observados na água das caixas contendo diferentes proporções de plantas aquáticas da “Situação Salvínia”. Botucatu/SP, 2004.

“Situação Salvínia”	Proporção (%)	Depósitos unitários ($\mu\text{L}/\text{cm}^2$)			
		TXVK-8		DG 110.02VS	
Salvínia	100	0,5448	A a	0,5196	A a
Salvínia / aguapé	75/25	0,4448	AB a	0,4577	A a
Salvínia / aguapé	50/50	0,2080	DE a	0,3035	BC a
Salvínia / aguapé	25/75	0,1577	E a	0,1991	CD a
Salvínia / alface	75/25	0,5048	A a	0,5014	A a
Salvínia / alface	50/50	0,3609	BC b	0,4706	A a
Salvínia / alface	25/75	0,2280	DE b	0,3406	B a
Salvínia / aguapé / alface	33,3/33,3/33,3	0,2723	CD a	0,1892	D a
F Proporção				24,91**	
F Ponta				2,89*	
F Proporção x Ponta				1,69 ^{NS}	
DMS				0,1088	
C.V. (%)				21,48	

** Significativo a 1% de probabilidade; * significativo a 5% de probabilidade; NS – Não significativo. Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna ou de mesma letra minúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste t ($p>0,05$).

Resultados semelhantes foram obtidos na “Situação Alface d’água” (Tabela 6), ou seja, os maiores depósitos na água dos reservatórios foram observados naquelas associações onde a salvínia foi utilizada em maior proporção em relação à alface d’água. Depósitos de 0,5048 e 0,5014 $\mu\text{L}/\text{cm}^2$ foram proporcionados pelas pontas TXVK-8 e DG 11002VS, respectivamente, na associação em que a alface d’água foi utilizada a 25% conjuntamente com a salvínia a 75%. Estes depósitos também foram estatisticamente semelhantes àquele proporcionado pela ponta leque (0,4706 $\mu\text{L}/\text{cm}^2$) na proporção de 50 % entre as mesmas espécies. Novamente, os menores depósitos na água estiveram relacionados à presença do aguapé na associação entre as plantas, independentemente da ponta utilizada na pulverização da calda.

Tabela 6. Valores médios dos depósitos de calda de pulverização observados na água das caixas contendo diferentes proporções de plantas aquáticas da “Situação Alface d’água”. Botucatu/SP, 2004.

“Situação Alface d’água”	Proporção (%)	Depósitos unitários ($\mu\text{L}/\text{cm}^2$)			
		TXVK-8		DG 110.02VS	
Alface d’água	100	0,2101	CD a	0,2635	BC a
Alface / aguapé	75/25	0,2002	CD a	0,2358	C a
Alface / aguapé	50/50	0,1768	D a	0,2413	C a
Alface / aguapé	25/75	0,1616	D a	0,2081	C a
Alface / salvinia	75/25	0,2280	CD b	0,3406	B a
Alface / salvinia	50/50	0,3609	B b	0,4706	A a
Alface / salvinia	25/75	0,5048	A a	0,5014	A a
Alface / aguapé / salvinia	33,3/33,3/33,3	0,2723	C a	0,1892	C a
F Proporção		27,29**			
F Ponta		7,46**			
F Proporção x Ponta		2,11*			
DMS		0,0874			
C.V. (%)		21,54			

** Significativo a 1% de probabilidade; * significativo a 5% de probabilidade. Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna ou de mesma letra minúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste t ($p>0,05$).

Os dois tipos de pontas de pulverização diferiram estatisticamente entre si quanto ao depósito de calda de pulverização na água do reservatório somente nas associações entre alface d’água/salvinia nas proporções 75%/25% e 50%/50%, no qual a ponta DG 11002VS proporcionou depósitos significativamente superiores à ponta tipo TXVK-8.

Cabe também salientar que, como a ponta TXVK-8 apresentou maior eficiência quando avaliada sua deposição sobre as placas coletoras utilizadas para a aferição da pulverização, era esperado que os depósitos de calda na água fossem proporcionalmente maiores em comparação com a ponta tipo leque. Entretanto, exceto em alguns casos, os depósitos de calda de pulverização na água proporcionados por estas duas pontas não diferiram estatisticamente entre si. Assim sendo, a espécie e sua proporção na população

podem apresentar importante influência quanto à deposição de calda de pulverização pulverizada no ambiente aquático.

Os resultados obtidos nas três “Situações” estudadas indicam que a espécie *salvínia* sempre esteve associada aos maiores depósitos de calda de pulverização na água dos reservatórios onde foram mantidas as plantas aquáticas. Na Tabela 7 é possível observar que cerca de 22% a 27% do total da calda de pulverização pelas pontas TXVK-8 e DG 11002VS não atingiu o alvo biológico e, conseqüentemente, alcançou a água dos reservatórios nas “Situações” onde a *salvínia* foi utilizada a 75% ou 100%. Comparativamente, estes percentuais são relativamente superiores àqueles observados nas mesmas proporções de alface d’água ou aguapé, indicando que superfícies aquáticas cobertas por populações de plantas onde há predominância de *salvínia* provavelmente estão mais suscetíveis aos depósitos de calda de pulverização.

Em termos práticos, seria interessante adotar-se especiais cuidados quanto à aplicação de herbicidas no manejo de populações de plantas aquáticas onde ocorre predomínio da espécie *salvínia*, uma vez que, o meio ambiente poderia estar mais exposto à deposição da calda de pulverização. Tal fato, provavelmente esteja relacionado às características morfo-anatômicas da superfície foliar das plantas de *salvínia*, principalmente na face superior onde ocorrem pêlos muito singulares e que formam na parte apical uma estrutura em forma de “gaiola”. Esta estrutura, associada à característica hidrófoba dos pêlos, ajuda a manter bolhas de ar na superfície da folha quando a planta está submersa ou repelem instantaneamente gotas de água que eventualmente possam ser depositadas sobre sua superfície foliar (Kissmann, 1997).

Neste estudo, os maiores depósitos de calda na água dos reservatórios contendo maiores proporções de *salvínia* provavelmente estejam relacionados à falta de contato entre a gota pulverizada e a superfície foliar da planta em função das características mencionadas anteriormente, o qual poderia estar interferindo no caminhar da gota ou deposição das mesmas sobre o alvo biológico. Uma possível solução seria a adição de adjuvantes nas aplicações de caldas sobre populações de plantas aquáticas nas quais haja predomínio da espécie *salvínia*. Segundo Matuo et al (1989) e Kirkwood (1993), o uso de adjuvantes nas aplicações pode aumentar o espalhamento e a retenção da calda pulverizada sobre a superfície foliar.

Tabela 7. Porcentagem dos depósitos unitários de calda de pulverização observados na água das caixas contendo diferentes proporções de plantas aquáticas das “Situações Aguapé, Salvinia e Alface d’água”. Botucatu/SP, 2004.

		Depósitos (%) ¹	
Situação Aguapé	Proporção (%)	TXVK-8	DG 110.02VS
Aguapé	100	6,94	9,39
Aguapé/salvinia	75/25	7,83	9,86
Aguapé/salvinia	50/50	10,32	15,03
Aguapé/salvinia	25/75	22,07	22,67
Aguapé/alface	75/25	8,02	10,31
Aguapé/alface	50/50	8,77	11,95
Aguapé/alface	25/75	9,94	11,68
Aguapé/salvinia/alface	33,3/33,3/33,3	13,51	9,37
Situação Salvinia	Proporção (%)	TXVK-8	DG 110.02VS
Salvinia	100	27,04	25,74
Salvinia/aguapé	75/25	22,07	22,67
Salvinia/aguapé	50/50	10,32	15,03
Salvinia/aguapé	25/75	7,83	9,86
Salvinia/alface	75/25	25,05	24,83
Salvinia/alface	50/50	17,91	23,31
Salvinia/alface	25/75	11,32	16,87
Salvinia/aguapé/alface	33,3/33,3/33,3	13,51	9,37
Situação Alface d’água	Proporção (%)	TXVK-8	DG 110.02VS
Alface d’água	100	10,43	13,05
Alface/aguapé	75/25	9,94	11,68
Alface/aguapé	50/50	8,77	11,95
Alface/aguapé	25/75	8,02	10,31
Alface/salvinia	75/25	11,32	16,87
Alface/salvinia	50/50	17,91	23,31
Alface/salvinia	25/75	25,05	24,83
Alface/aguapé/salvinia	33,3/33,3/33,3	13,51	9,37

O ângulo de incidência do jato de pulverização também pode influenciar o contato entre a gota de pulverização e a superfície foliar da planta. Geralmente, pontas de pulverização posicionadas em diferentes ângulos de pulverização proporcionam incrementos significativos nos depósitos de calda de pulverização quando comparados com o ângulo de 90°, em relação à vertical, (Klein et al., 1994; Tomazela, 1997; Maciel et al., 2000; Silva, 2000; Tomazela, 2001). Neste estudo, as pontas de pulverização foram posicionadas no ângulo

de 90° em relação à vertical e, provavelmente, os depósitos de calda de pulverização poderiam ser menores na água dos reservatórios caso o ângulo do jato de pulverização fossem maiores ou menores que 90°.

Embora tenha ocorrido diferença estatística entre as pontas de pulverização em somente algumas associações, na Tabela 7 também é possível notar que os percentuais de depósitos de calda de pulverização na água proporcionados pela ponta TXVK-8 quase sempre foram comparativamente inferiores àqueles percentuais de depósitos proporcionados pela ponta DG 11002VS, indicando que a ponta TXVK-8 poderá oferecer maior eficácia quando houver necessidade de se manejar quimicamente populações de plantas compostas principalmente por *E. crassipes*, *S. auriculata* e *P. stratiotes* em ambientes aquáticos.

Na Tabela 8 estão apresentados os valores médios dos depósitos unitários de calda de pulverização (em $\mu\text{L}/\text{cm}^2$) proporcionados pelas pontas TXVK-8 e DG 11002VS sobre as folhas de *E. crassipes* quando associadas a diferentes proporções com as plantas de salvinia e alface d'água na “Situação Aguapé”. Pode-se notar que, para a ponta TXVK-8, os menores depósitos unitários de calda de pulverização foram obtidos quando o aguapé foi utilizado nas proporções de 75% e 100%, uma vez que estes depósitos foram significativamente inferiores àqueles observados na demais proporções entre as espécies. Ainda é possível notar que não ocorreram diferenças estatísticas entre os depósitos de calda de pulverização quando o aguapé foi utilizado nas proporções de 25% e 50%, independentemente da segunda espécie utilizada na associação.

Resultados semelhantes foram obtidos quando a calda foi pulverizada através da ponta DG 11002VS, uma vez que os menores depósitos unitários (inferiores a $0,32 \mu\text{L}/\text{cm}^2$) estiveram associados às maiores proporções de aguapé, ou seja, 75% e 100%. Entretanto, estes resultados foram mais evidentes na associação entre o aguapé e a salvinia, mesmo porque não ocorreram diferenças estatísticas entre os depósitos de calda de pulverização proporcionados pela ponta DG 11002VS nas diferentes proporções entre o aguapé e a alface d'água.

Cabe salientar que os maiores valores de depósito unitário de calda sobre as folhas do aguapé foram observados na associação tripla entre as plantas, independentemente do tipo de ponta de pulverização utilizada, sendo que estes foram estatisticamente superiores à várias outras proporções utilizadas na “Situação Aguapé”.

Tabela 8. Valores médios dos depósitos unitários de calda de pulverização observados nas folhas de *Eichhornia crassipes* em função das diferentes proporções de *Salvinia auriculata* e *Pistia stratiotes* utilizadas na “Situação Aguapé”. Botucatu/SP, 2004.

“Situação Aguapé”	Proporção (%)	Depósitos unitários ($\mu\text{L}/\text{cm}^2$)	
		TXVK-8	DG 110.02VS
Aguapé	100	0,3975 C a	0,3082 C a
Aguapé / salvínia	75/25	0,4159 C a	0,2759 C b
Aguapé / salvínia	50/50	0,6477 AB a	0,4432 AB b
Aguapé / salvínia	25/75	0,6094 B a	0,3545 ABC b
Aguapé / alface	75/25	0,3446 C a	0,3160 C a
Aguapé / alface	50/50	0,5658 B a	0,3726 ABC b
Aguapé / alface	25/75	0,5961 B a	0,3467 BC b
Aguapé / salvínia / alface	33,3/33,3/33,3	0,7314 A a	0,4643 A b
F Proporção		12,45**	
F Ponta		82,30**	
F Proporção X Ponta		2,38*	
DMS		0,1118	
C.V. (%)		17,50	

** Significativo a 1% de probabilidade; * significativo a 5% de probabilidade. Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna ou de mesma letra minúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste t ($p>0,05$).

Ainda, na Tabela 8, é possível verificar que a ponta TXVK-8 proporcionou deposições unitárias significativamente superiores às proporcionadas pela ponta DG 11002VS, exceto para a condição de dominância total do aguapé (100%) e para a associação de 75% de aguapé com 25% de alface d'água. Este resultado provavelmente foi devido à maior eficiência apresentada pela ponta TXVK-8, uma vez que o índice de recuperação da calda de pulverização por esta ponta na placa coletora foi de aproximadamente 95%, conforme mencionado anteriormente. Mesmo assim, os níveis de deposição de calda de pulverização sobre as folhas de aguapé podem ser considerados como baixos, pois os índices de recuperação estiveram situados entre 17% - 36 % e 13% - 23% para as pontas de pulverização TXVK-8 e DG 11002VS, respectivamente.

Os valores médios dos depósitos unitários de calda de pulverização observados sobre os pulvinos das plantas de aguapé estão apresentados na Tabela 9. Assim como os resultados observados nas folhas, a ponta TXVK-8 também proporcionou menores depósitos de calda de pulverização nos pulvinos de aguapé quando este foi utilizado nas maiores proporções de 75% e 100% na associação entre as demais plantas aquáticas. Os depósitos obtidos nas associações de 75% de aguapé com 25% de salvinia ou alface d'água foram significativamente inferiores àqueles obtidos nas demais proporções.

A ponta DG 11002VS proporcionou depósitos de calda de pulverização na superfície dos pulvinos significativamente inferiores nas condições onde o aguapé representava 100% de dominância e quando foi utilizado a 75% em associação com 25% de salvinia.

Os maiores valores de deposição sobre os pulvinos foram observados nas associações em que o aguapé foi utilizado na proporção de 50% com as outras duas espécies, independentemente da ponta utilizada na pulverização da calda.

Exceto para as condições de dominância total do aguapé (100%) e 75% de aguapé com 75% de salvinia ou alface d'água, a ponta tipo TXVK-8 novamente proporcionou depósitos unitários de calda de pulverização sobre os pulvinos de aguapé significativamente superiores àqueles proporcionados pela ponta DG 11002VS.

Os índices de deposição de calda de pulverização sobre o pulvino também podem ser considerados baixos, uma vez que, as pontas TXVK-8 e DG 11002VS apresentaram índice de recuperação nas faixas entre 9,11% - 28,73% e 7,24% - 20,23%, respectivamente. Comparativamente, tanto os valores médios dos depósitos quanto os índices de recuperação de calda de pulverização observados nos pulvinos foram relativamente inferiores àqueles observados sobre as folhas do aguapé. Entretanto, cabe salientar que estes resultados provavelmente não estejam somente relacionados com as características das pontas de pulverização utilizadas, uma vez que, os pulvinos são estruturas localizadas abaixo das folhas e, por conseguinte, a deposição de gotas poderia estar sendo prejudicada pela ocorrência do chamado “efeito guarda-chuva”.

Tabela 9. Valores médios dos depósitos unitários de calda de pulverização observados nos pulvinos de *Eichhornia crassipes* em função das diferentes proporções de *Salvinia auriculata* e *Pistia stratiotes* utilizadas na “Situação Aguapé”. Botucatu/SP, 2004.

“Situação Aguapé”	Proporção (%)	Depósitos unitários ($\mu\text{L}/\text{cm}^2$)	
		TXVK-8	DG 110.02VS
Aguapé	100	0,1840 D a	0,1641 CD a
Aguapé / salvinia	75/25	0,1839 D a	0,1458 D a
Aguapé / salvinia	50/50	0,5154 AB a	0,3547 AB b
Aguapé / salvinia	25/75	0,4600 B a	0,2909 B b
Aguapé / alface	75/25	0,3543 C a	0,2563 BC a
Aguapé / alface	50/50	0,5801 A a	0,4077 A b
Aguapé / alface	25/75	0,4320 BC a	0,2962 B b
Aguapé / salvinia / alface	33,3/33,3/33,3	0,4183 BC a	0,2663 B b
F Proporção		21,21**	
F Ponta		44,43**	
F Proporção x Ponta		1,43*	
DMS		0,1008	
C.V. (%)		21,38	

** Significativo a 1% de probabilidade; * significativo a 5% de probabilidade. Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna ou de mesma letra minúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste t ($p>0,05$).

Observando-se a Tabela 10, na qual estão apresentados os valores médios dos depósitos de calda de pulverização obtidos nas plantas de aguapé, é possível verificar que a ponta TXVK-8 proporcionou depósitos quantitativamente similares em $\mu\text{L}/\text{cm}^2$. Exceto para as condições de dominância total do aguapé e naquelas onde esteve associado na proporção de 75% mais 25% com plantas de salvinia ou alface d’água, os depósitos de calda de pulverização obtidos sobre as plantas de aguapé foram estatisticamente semelhantes entre si, independentemente da espécie e proporção na qual esteve associado. Os melhores resultados quantitativos de deposição de calda de pulverização proporcionados pela ponta DG 11002VS foram obtidos naquelas associações onde o aguapé foi utilizado em menores proporções, incluindo a associação tripla entre as espécies aquáticas.

Na Tabela 10 também é possível observar que a diminuição na proporção de plantas de aguapé condicionou aumentos progressivos dos depósitos totais de calda de pulverização sobre as plantas ($\mu\text{L/planta}$), independentemente da espécie em que esteve associada e da ponta utilizada na pulverização. O aumento de quatro vezes na proporção de plantas de aguapé em relação às plantas de salvinia ou de alface d'água condicionou, respectivamente, reduções de 66,37% e 64,52% nos depósitos de calda de pulverização proporcionados pela ponta TXVK-8. Para a ponta DG 11002VS, as respectivas reduções nos depósitos de calda foram de 53,74% e 51,70%. Cabe salientar que a ponta TXVK-8 proporcionou valores estatisticamente superiores de depósitos unitários e totais de calda de pulverização quando comparados àqueles proporcionados pela ponta DG 11002VS, principalmente nas diferentes proporções da associação entre o aguapé e a alface d'água.

Silva (2000) também obteve resultados semelhantes ao estudar a deposição de calda de pulverização proporcionada pela ponta Teejet DG 11002VS sobre diferentes densidades populacionais de plantas de *Cyperus rotundus* L., uma vez que, aumento de quatro vezes na densidade populacional (de 300 para 1.200 pl/m^2) das plantas de tiririca também condicionou reduções nos depósitos de calda (de 14,57 para 10,32 $\mu\text{L/planta}$, ou seja, 27,17% de redução). O autor comenta que este fato permite inferir que plantas de tiririca individualizadas em campo ou plantas das bordaduras poderiam receber maior quantidade de produto do que aquelas localizadas no meio das reboleiras.

A reprodução do aguapé preferencialmente é do tipo vegetativa a partir de talos nos quais ocorre o brotamento de plantas novas. Devido a este fato, comumente as populações flutuantes ou infestações de aguapé também são encontradas em reboleiras (Kissmann, 1997).

Tabela 10. Valores médios dos depósitos unitários e depósitos totais de calda de pulverização observados nas plantas de *Eichhornia crassipes* em função das diferentes proporções de *Salvinia auriculata* e *Pistia stratiotes* utilizadas na “Situação Aguapé”. Botucatu/SP, 2004.

“Situação Aguapé”	Dep. unitários (µL/cm ²)		Dep. totais (µL/planta)		
	Proporção (%)	TXVK-8	DG 110.02VS	Redução	
				(%)	DG 110.02VS (%)
Aguapé	100	0,5815 Ba	0,4723 Da	85,83 Da	66,37 70,46 Fa 53,74
Aguapé/salvinia	75/25	0,5999 Ba	0,4217 CDa	120,65 Da	52,73 86,23 EFa 43,39
Aguapé/salvinia	50/50	1,1631 Aa	0,7979 Ab	163,00 Ca	36,14 114,14 CDEb 25,07
Aguapé/salvinia	25/75	1,0694 Aa	0,6454 ABCb	255,25 ABa	- 152,33 ABb -
Aguapé/alface	75/25	0,6988 Ba	0,5723 BCDA	99,84 Da	64,52 87,63 DEFa 51,70
Aguapé/alface	50/50	1,1460 Aa	0,7802 Ab	178,18 Ca	36,38 122,11 BCDB 32,69
Aguapé/alface	25/75	1,0281 Aa	0,6429 Bb	281,39 Aa	- 181,42 Ab -
Aguapé/salvinia/alface	33,3/33,3/33,3	1,1496 Aa	0,7306 ABb	226,58 Ba	19,48 147,13 ABCb 18,90
F Proporção		17,17**			39,31**
F Ponta		79,57**			80,80**
F Proporção x Ponta		2,04*			4,01**
DMS		0,1891			35,53
C.V. (%)		17,03			16,86

** Significativo a 1% de probabilidade; * significativo a 5% de probabilidade. Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna ou de mesma letra minúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste t (p>0,05).

Nestas reboleiras, tanto o pulvino quanto a folha apresentam a peculiaridade de alterar suas posições durante o ciclo de desenvolvimento vegetativo, modificando totalmente a arquitetura da planta. Observando-se infestações de aguapé em diferentes locais, é possível verificar que regiões periféricas das reboleiras apresentam plantas flutuantes mais jovens e, por conseguinte, pulvinos e folhas dispostas em posições próximas à horizontal. Já plantas localizadas no centro das populações apresentam o pulvino estiolado (não inflado) e, juntamente com o limbo foliar, disposto em uma posição mais próxima à vertical (Marchi et al., 2005c). Esta última forma de arquitetura é típica de plantas mais velhas, de populações mais densas e que se encontram estacionadas ou ancoradas em um mesmo local durante longos períodos. Assumindo uma arquitetura vertical, as folhas tendem a posicionar seus limbos em direção única devido à ação de ventos e, por conseguinte, conseguem se dispersar a partir do ponto onde estavam estacionadas ou ancoradas (Holm et al., 1991).

Além da dispersão de plantas, a arquitetura de folhas e pulvinos pode ainda influenciar na quantidade dos depósitos de calda de pulverização sobre as plantas de aguapé, uma vez que, a posição do limbo foliar em relação à direção do jato de pulverização pode favorecer ou mesmo prejudicar o contato entre a gota e a superfície foliar (Marchi et al., 2005c). Teoricamente, folhas orientadas na posição horizontal são mais eficientes na captura de gotas que aquelas orientadas na posição vertical (Spillman, 1984; Wirth et al., 1991, Gerard et al., 1998; Richardson & Newton, 2000).

Marchi et al. (2005c), ao avaliar os depósitos de calda de pulverização sem adjuvante proporcionados pelas pontas TX 12 e DG 11002VS sobre folhas de aguapé dispostas sob diferentes combinações entre os ângulos verticais e horizontais, verificaram que os valores médios dos depósitos totais e na face adaxial da folha diminuíram à medida que se aumentou a angulação vertical (independentemente da ponta de pulverização utilizada) e que os menores depósitos sempre estiveram relacionados ao ângulo vertical de 90° (independentemente do ângulo horizontal utilizado). Além disso, os autores comentam que a deposição ou retenção de gotas foi praticamente nula na face abaxial das folhas.

As quantidades de plantas de aguapé utilizadas foram equivalentes a 33 e 45 pl/m² para as proporções de 75% e 100%, respectivamente, o que caracteriza populações de altas densidades e condiciona uma situação em que a arquitetura das plantas assumem posições próximas à vertical. Os baixos valores de depósitos unitários e totais de calda de

pulverização obtidos neste estudo provavelmente estão relacionados à arquitetura das folhas e dos pulvinos no momento da aplicação, uma vez que, ocorreram reduções independentemente do tipo de ponta utilizada na pulverização e da espécie na qual o aguapé esteve associado.

Na Tabela 11 estão apresentados os valores médios dos depósitos unitários ($\mu\text{L}/\text{cm}^2$) e totais de calda de pulverização ($\mu\text{L}/\text{planta}$) proporcionados pelas pontas TXVK-8 e DG 11002VS nas plantas de *Salvinia auriculata* quando associadas a diferentes proporções com as plantas de aguapé e alface d'água na “Situação Salvínia”. Pode-se notar que os maiores valores de depósitos unitários de calda de pulverização ($\mu\text{L}/\text{cm}^2$) foram obtidos naquela situação onde havia predominância de 100% das plantas de salvínia. A presença da espécie alface d'água não influenciou a deposição de gotas sobre as folhas de salvínia, uma vez que, os depósitos observados nas diferentes proporções estudadas não diferiram estatisticamente dos valores obtidos onde a salvínia representava 100% de domínio do ambiente aquático.

Entretanto, os depósitos unitários de calda de pulverização sobre as folhas de salvínia foram influenciados pela presença das plantas de aguapé. Os valores dos depósitos diminuíram com o aumento da proporção de plantas de aguapé na associação e atingiram os menores valores na condição em que 25% de plantas de salvínia estiveram associadas com 75% de plantas de aguapé. Comparativamente aos valores obtidos na dominância total de plantas de salvínia, o aumento de quatro vezes na quantidade de plantas de aguapé na associação condicionou reduções de aproximadamente de 55% e 47% nos depósitos unitários de calda de pulverização proporcionados pelas pontas de pulverização TXVK-8 e DG 11002VS, respectivamente.

Ainda, na Tabela 11, é possível observar que, ao contrário dos depósitos unitários, os valores dos depósitos totais de calda de pulverização não foram decisivamente influenciados pela presença de plantas de aguapé. Os menores depósitos totais de calda de pulverização ($\mu\text{L}/\text{planta}$) novamente foram obtidos na proporção de 25% de plantas de salvínia com 75% de plantas de aguapé. Porém, os demais valores médios de depósitos totais de calda de pulverização sobre as plantas de salvínia não diferiram estatisticamente entre si, independentemente da ponta utilizada.

Tabela 11. Valores médios dos depósitos unitários e depósitos totais de calda de pulverização observados nas plantas de *Salvinia auriculata* em função das diferentes proporções de *Eichhornia crassipes* e *Pistia stratiotes* utilizadas na “Situação Salvínia”. Botucatu/SP, 2004.

“Situação Aguapé”	Dep. unitários (µL/cm ²)		Dep. totais (µL/planta)		
	Proporção (%)		Redução		
			TXVK-8	DG 110.02VS	(%)
Salvínia	100	1,3484 Aa	1,0262 Aa	25,41 Aa	-
Salvínia/aguapé	75/25	0,9128 BCa	0,7668 ABCa	18,15 ABa	17,42
Salvínia/aguapé	50/50	1,0350 ABCa	0,8769 ABa	18,18 ABa	27,24
Salvínia/aguapé	25/75	0,7173 Ca	0,5526 Ca	11,35 Ba	47,36
Salvínia/alface	75/25	1,2008 ABa	0,9879 ABa	22,53 Aa	102,57
Salvínia/alface	50/50	1,1125 ABa	0,9095 ABa	18,44 ABa	3,29
Salvínia/alface	25/75	1,1002 ABa	0,9489 ABa	18,66 ABa	13,17
Salvínia/aguapé/alface	33,3/33,3/33,3	0,9598 BCa	0,7027 BCa	20,34 Aa	12,87
F Proporção		4,68**		3,06*	
F Ponta		12,60**		13,50**	
F Proporção x Ponta		0,147*		0,30*	
DMS		0,3234		7,61	
C.V. (%)		21,01		32,08	

** Significativo a 1% de probabilidade; * significativo a 5% de probabilidade. Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna ou de mesma letra minúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste t (p>0,05).

Não foram observadas diferenças estatísticas entre os tipos de pontas de pulverização utilizadas nas diferentes proporções estudadas na “Situação Salvínia”, exceto para depósitos totais de calda de pulverização nas plantas utilizadas na condição de dominância total da salvínia.

No único trabalho encontrado na literatura, Negrisoli et al. (2002) estudaram os depósitos unitários de calda de pulverização com e sem surfatante em plantas de *S. molesta* e verificaram que a adição de 5% de Aterbane reduziu quantitativamente em 1,13% os depósitos do corante FDC-1 proporcionados pela ponta XR 100.02. No entanto, o espalhante Aterbane melhorou qualitativamente em 76%, 41% e 29% a deposição em 1%, 5% e 10% da população com menores depósitos de corante.

Souza (2002), ao estudar o efeito da eletrização de gotas sobre a variabilidade dos depósitos de pulverização em plantas daninhas na cultura da soja, verificou valores maiores e mais uniformes de depósitos nas plantas de *B. plantaginea* com área foliar e posições padronizadas localizadas nas entrelinhas da cultura da soja. Além disso, a proximidade com a cultura da soja não só reduziu, mas também desuniformizou os depósitos médios de calda de pulverização sobre as plantas de *B. plantaginea* devido ao acúmulo de área foliar e efeito de sobreposição das mesmas. O autor ainda comenta que em estudos comparativos de deposição de calda de pulverização é fundamental a padronização da área foliar e da posição das plantas dentro de um mesmo intervalo, o que possibilita a visualização de possíveis diferenças depositadas por plantas.

Neste estudo, a padronização da posição das folhas e plantas de salvínia foi automaticamente obtida pela disposição natural em que a planta se desenvolve na superfície da água, indicando que o aumento na proporção das plantas de salvínia não condicionou a sobreposição intraespecífica de folhas. Além disto, a distância vertical entre as folhas da salvínia e as folhas de aguapé foram praticamente constantes dentro de cada uma das proporções utilizadas na “Situação Salvínia”. Entretanto, as principais diferenças estiveram relacionadas com a proximidade horizontal entre ambas as espécies, o qual diminuiu conforme se aumentou a proporção de aguapé na associação. Deste modo, as diferenças nas quantidades de depósitos unitários e totais de calda de pulverização observados nas plantas de salvínia provavelmente estejam relacionadas com o acúmulo de folhas proporcionado pelo aumento da

proporção de plantas de aguapé na associação e, por conseguinte, aumento da área foliar e sobreposição das plantas de salvinia (chamado efeito “guarda-chuva”).

Este resultado pode trazer relevante contribuição caso o manejo de uma população de plantas aquáticas, no qual haja predomínio de plantas de salvinia e de aguapé, seja preferencialmente realizado através da utilização de herbicidas. A eficácia do tratamento herbicida sobre plantas de salvinia poderá ser negativamente influenciada devido à menor deposição de calda de pulverização naquelas situações ou reboleiras onde ocorrem maiores densidades de plantas de aguapé.

Os valores médios dos depósitos unitários e totais de calda de pulverização proporcionados pelas pontas TXVK-8 e DG 11002VS sobre as plantas de *P. stratiotes* estão apresentados na Tabela 12. Para a ponta TXVK-8, os depósitos unitários de calda de pulverização ($\mu\text{L}/\text{cm}^2$) obtidos nas associações onde as plantas de salvinia foram utilizadas em maiores proporções (50% e 75%) foram estatisticamente superiores aos demais depósitos.

Exceto para a proporção de 25% de alface d’água e 75% de aguapé, os depósitos médios obtidos nas folhas da alface d’água não foram afetados significativamente pela presença do aguapé quando a pulverização da calda foi realizada através da ponta TXVK-8, uma vez que, os depósitos médios obtidos nas diferentes associações (inclusive a associação tripla) foram estatisticamente semelhantes aos depósitos obtidos na condição de dominância total de alface d’água (100%).

Os efeitos similares da associação da alface d’água com plantas de salvinia e aguapé também foram observados quando a pulverização da calda foi realizada pela ponta DG 11002VS. Novamente os depósitos unitários foram estatisticamente superiores nas proporções onde a salvinia foi utilizada a 50% e 75%, enquanto que, todas as demais proporções não diferiram estatisticamente entre si.

Também, na Tabela 12, pode-se notar que os depósitos totais de calda de pulverização ($\mu\text{L}/\text{planta}$) obtidos onde 25% de plantas de alface d’água estiveram associadas com 75% de plantas de salvinia foram significativamente superiores aos depósitos observados em todas as demais proporções estudadas, independentemente da espécie e do tipo de ponta de pulverização utilizada.

Somente os depósitos unitários e totais de calda de pulverização proporcionados pela ponta TXVK-8 na associação de 75% de alface d’água com 25% de

aguapé e os depósitos totais na proporção de 25% de alface d'água com 75% de salvinia foram estatisticamente superiores àqueles proporcionados pela ponta DG 11002VS. No entanto, para todas as demais associações entre plantas e proporções estudadas na “Situação Alface d'água”, o tipo de ponta de pulverização não interferiu de forma significativa nos valores médios dos depósitos de calda de pulverização sobre as folhas ou plantas.

Tabela 12. Valores médios dos depósitos unitários e depósitos totais de calda de pulverização observados nas plantas de *Pistia stratiotes* em função das diferentes proporções de *Salvinia auriculata* e *Eichhornia crassipes* utilizadas na “Situação Alface d'água”. Botucatu/SP, 2004.

		Dep. unitários ($\mu\text{L}/\text{cm}^2$)		Dep. totais ($\mu\text{L}/\text{planta}$)	
“Situação Alface d'água”	Proporção (%)	TXVK-8	DG110.02VS	TXVK-8	DG110.02VS
Alface d'água	100	0,7295 Ba	0,6006 Ba	61,79 Ba	51,10 Ba
Alface/aguapé	75/25	0,7201 Ba	0,5713 Ba	74,28 Ba	57,93 Ba
Alface/aguapé	50/50	0,7749 Ba	0,5585 Bb	80,54 Ba	56,79 Bb
Alface/aguapé	25/75	0,5054 Ca	0,4971 Ba	59,05 Ba	53,37 Ba
Alface/salvinia	75/25	0,6266 BCa	0,5537 Ba	71,10 Ba	66,12 Ba
Alface/salvinia	50/50	1,1976 Aa	1,0478 Aa	74,12 Ba	63,85 Ba
Alface/salvinia	25/75	1,0405 Aa	0,8935 Aa	118,59 Aa	91,45 Ab
Alface/aguap/salv	33,3/33,3/33,3	0,6091 BCa	0,4794 Ba	68,52 Ba	55,06 Ba
F Proporção		20,08**		7,49**	
F Ponta		13,37**		12,30**	
F Proporção x Ponta		0,40*		0,50*	
DMS		0,1948		22,76	
C.V. (%)		19,22		23,21	

** Significativo a 1% de probabilidade; * significativo a 5% de probabilidade. Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna ou de mesma minúscula letra na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste t ($p>0,05$).

Martins et al (2005) verificaram que a adição do adjuvante na calda pulverizada pela ponta XR 11002VS proporcionou depósitos nas folhas de alface d'água estatisticamente semelhantes à calda testemunha sem adição de adjuvante. Os valores médios

dos depósitos unitários de calda de pulverização obtidos pela adição de 0,25% e 0,5% do Aterbane foram de 0,62 e 0,61 $\mu\text{L}/\text{cm}^2$, respectivamente, enquanto que os depósitos unitários para a calda de pulverização sem adjuvante foram de 0,63 $\mu\text{L}/\text{cm}^2$.

Neste estudo, os valores médios dos depósitos unitários de calda de pulverização, em $\mu\text{L}/\text{cm}^2$, em ambas as pontas de pulverização foram relativamente superiores àqueles citados por Martins et al. (2005), principalmente nas associações entre plantas de alface d'água e salvinia. Além disso, os acréscimos nos depósitos de calda de pulverização observados na “Situação Alface d'água” provavelmente não são devidos exclusivamente ao aumento da proporção de plantas de salvinia na associação, mas sim à diminuição da quantidade de plantas de alface d'água e conseqüente diminuição da cobertura entre as folhas desta espécie, conforme mencionado anteriormente. Isto indica que plantas de alface d'água individualizadas no ambiente aquático ou plantas localizadas nas bordaduras poderiam receber maior quantidade de produto do que aquelas localizadas no meio das reboleiras (Silva, 2000).

Na Tabela 13, onde estão apresentados conjuntamente os valores médios dos depósitos de calda de pulverização (em porcentagem) proporcionados pelas pontas TXVK-8 e DG 11002VS, é possível observar que os percentuais de calda de pulverização depositada nas plantas foram comparativamente maiores onde se utilizou maior proporção da espécie salvinia, independentemente da ponta de pulverização e da outra espécie utilizada na associação. Em contrapartida, os menores percentuais de depósitos sempre estiveram associados às maiores proporções de aguapé.

As porcentagens de depósitos de calda de pulverização proporcionados pela ponta TXVK-8 foram, comparativamente, sempre superiores às porcentagens proporcionadas pela ponta DG 11002VS, independentemente das proporções e espécies estudadas, comprovando sua maior eficiência em termos depósito de calda de pulverização nos alvos biológicos, ou seja, as plantas.

Tabela 13. Porcentagem dos depósitos unitários de calda de pulverização observada nas folhas das plantas aquáticas em função das diferentes proporções utilizadas nas “Situações Aguapé, Salvinia e Alface d’água”. Botucatu/SP, 2004.

Situação Aguapé	Proporção (%)	Depósitos (%)	
		TXVK-8	DG 110.02VS
Aguapé	100	27,62	22,39
Aguapé/salvinia	75/25	28,50	20,00
Aguapé/salvinia	50/50	55,25	37,83
Aguapé/salvinia	25/75	50,80	30,60
Aguapé/alface	75/25	33,20	27,14
Aguapé/alface	50/50	54,44	36,99
Aguapé/alface	25/75	48,84	30,48
Aguapé/salvinia/alface	33,3/33,3/33,3	54,61	34,64
Situação Salvinia	Proporção (%)	Depósitos (%)	
		TXVK-8	DG 110.02VS
Salvinia	100	64,06	48,66
Salvinia/aguapé	75/25	43,36	36,36
Salvinia/aguapé	50/50	49,17	41,58
Salvinia/aguapé	25/75	34,08	26,20
Salvinia/alface	75/25	57,05	46,84
Salvinia/alface	50/50	52,85	43,12
Salvinia/alface	25/75	52,27	44,99
Salvinia/aguapé/alface	33,3/33,3/33,3	45,60	33,32
Situação Alface d’água	Proporção (%)	Depósitos (%)	
		TXVK-8	DG 110.02VS
Alface d’água	100	34,66	28,48
Alface/aguapé	75/25	34,21	27,09
Alface/aguapé	50/50	36,81	26,48
Alface/aguapé	25/75	24,01	23,57
Alface/salvinia	75/25	29,77	26,25
Alface/salvinia	50/50	56,89	49,68
Alface/salvinia	25/75	49,43	42,37
Alface/aguapé/salvinia	33,3/33,3/33,3	28,94	22,73

7. CONCLUSÕES

Para as condições em que o presente trabalho foi desenvolvido, pode-se concluir que:

1 – Os maiores depósitos de calda de pulverização na água dos reservatórios foram obtidos quando se utilizou maior proporção de *Salvinia auriculata* e os menores depósitos de calda de pulverização foram observados nas associações com maiores proporções de *Eichhornia crassipes*.

2 – A ponta TXVK-8 proporcionou menores depósitos de calda de pulverização na água quando comparado com a ponta DG 11002VS.

3 – O aumento na proporção de plantas de *S. auriculata* na associação propiciou os maiores depósitos unitários de calda de pulverização, por unidade de área foliar, sobre as plantas de *E. crassipes* e *Pistia stratiotes*, independentemente do tipo de ponta de pulverização utilizada.

4 – O aumento na proporção de plantas de *E. crassipes* na associação propiciou os menores depósitos unitários de calda de pulverização sobre plantas de *S. auriculata* e *P. stratiotes*, independentemente do tipo de ponta de pulverização utilizada.

5 – O aumento na proporção de plantas de *P. stratiotes* na associação não interferiu nos depósitos unitários de calda de pulverização sobre as plantas de *E. crassipes* e *S. auriculata*.

6 – A ponta TXVK-8 proporcionou maiores percentuais de depósitos unitários de calda de pulverização sobre as plantas aquáticas quando comparada com a ponta DG 11002VS, independentemente da proporção e da espécie envolvida na associação.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTUNIASSI, U. R.; VELINI, E.D. & MARTINS, D. Remoção mecânica de plantas aquáticas: Análise econômica e operacional. **Planta Daninha**, v. 20, p. 35-43, 2002. Edição especial.

CARDOSO, L. R. et al. Variabilidade de acessos de aguapé coletados no Estado de São Paulo. **Planta Daninha**, v. 20, p. 1-5, 2002. Edição Especial.

CARVALHO, F.T. et al. Plantas aquáticas e nível de infestação das espécies presentes no reservatório de Barra Bonita, no rio Tietê. **Planta Daninha**, v. 21, p. 15-19, 2003. Edição Especial.

CARVALHO, F.T. et al. Plantas aquáticas e nível de infestação das espécies presentes no reservatório de Bariri, no rio Tietê. **Planta Daninha**, v. 23, n. 2, p. 371-374, 2005.

CAVENAGHI, A.L. et al. Monitoramento de problemas com plantas aquáticas e caracterização da qualidade de água e sedimento na UHE Mogi-Guaçu. **Planta Daninha**, v. 23, n. 2, p. 225-231, 2005.

CILLIERS, C. J.; ZELLER, D. & STRYDOM, G. Short and long-term control of water lettuce (*Pistia stratiotes*) on seasonal water bodies and on a river system in the Kruger National Park, South Africa. **Hydrobiologia**, v. 34, p. 173-179, 1996.

COSTA, A. G. F. et al. Interferência do tamanho do alvo sobre uniformidade da deposição de pulverização em pré-emergência. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 23, 2002, Gramado. **Resumos...** Gramado: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 2002. p. 709.

DUARTE, C. M.; PLANAS, D. & PEÑUELAS, J. Macrophytes, taking control of an ancestral home. In: Margalef, R. Limnology now: a paradigm of planetary problems. Amsterdam: Elsevier, p. 59-79, 1994.

ENGELHARDT, K. A. & RITCHIE, M. Effects of macrophyte species richness on wetland ecosystem function and services. **Nature**. v. 411, p. 687-689, 2001.

ESTEVES, F. A. & CAMARGO, A. F. M. Sobre o papel das macrófitas aquáticas na estocagem e ciclagem de nutrientes. **Acta Limnológica Brasileira**, v. 1, p. 273-298, 1986.

ESTEVES, F. de A. Fundamentos de limnologia. 2ª ed. Rio de Janeiro. Interciência, 1998. 602p.

GERARD, A.J.M. et al. Towards predicting pesticide deposition from plant phenology: a study in spring barley. **Pesticide Science**, v. 53, p. 252-262, 1998.

GOPAL, B. Water Hyacinth. Amsterdam: Elsevier, 1987. 471p.

HOLM, L. & YEO, R. The biology, control and utilization of aquatic weeds. Part I. **Weed Today**, p. 7-13, 1980.

HOLM, L. G. et al. The world's Worst Weeds: Distribution and Biology. Krieger Publishing Co. Lalabar, Florida, 1991. 609p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS – IBAMA. In: WORKSHOP CONTROLE DE PLANTAS AQUÁTICAS, 1998, Brasília. **Resumos...** Brasília: IBAMA, 1998. p. 1-3

ITAIPU BINACIONAL. Ocorrência de plantas aquáticas em reservatórios de usinas hidrelétricas. Foz do Iguaçu: Itaipu Binacional, 1997. 9p. (Relatório).

JENSEN, P. K.; KIRKNEIL, E. Influence of spray quality on crop tolerance and weed control with foliage-applied herbicides in combining peas. **Crop Protection**, v. 13, n. 3, p. 189-194, 1994.

JOYLE, J. C. & SIKKA, H. C. Residual 2,4-D levels in the St. Johns River, Florida. **J. Aquatic Plant Management**, v. 15, p. 72-82, 1977.

KIRKWOOD, R.C. Use and mode of action of adjuvants for herbicides: a review of some current work.. **Pesticide Science**, v. 38, p. 93-102, 1993.

KISSMANN, K, G. Plantas Infestantes e Nocivas: Tomo I. 2a Edição, BASF S.A., São Paulo, 1997. 825p.

KLEIN, R. N.; THRAIKILL, D.; PEARSON, S. L. Dynamic testing of three nozzle packages on a high capacity sprayer. In: ANNUAL MEETING OF THE NORTH CENTRAL WEED SCIENCE SOCIETY, 49, 1994. Michigan. **Proceedings...** Michigan: North Central Weed Science Society, 1994. p. 65-67.

MACIEL, C. D. G. et al. Avaliação do depósito e distribuição da calda de pulverização em plantas de feijoeiro e *Brachiaria decumbens*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA

DAS PLANTAS DANINHAS, 22, 2000, Foz do Iguaçu. **Resumos...** Foz do Iguaçu: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 2000. p. 472.

MARCONDES, D.A.S. et al. Problemas com plantas daninhas aquáticas submersas em reservatórios de usinas hidrelétricas do complexo CESP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 21, 1997. Caxambu. **Resumos...** Viçosa-MG: Sociedade Brasileira d Ciência das Plantas Daninhas, 1997. p. 334.

MARCHI, S.R. & PITELLI, R.A. Estimativa da área foliar de plantas daninhas de ambiente aquático: *Eichhornia crassipes*. **Planta Daninha**, v. 21, p. 109-1112, 2003. Edição Especial.

MARCHI, S.R. et al. Estimativa da área foliar de plantas daninhas de ambiente aquático: *Salvinia auriculata*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 24, 2004, São Pedro/SP. **Resumo expandido...** São Pedro: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 2004a. CD Rom.

MARCHI, S.R. et al. Estimativa da área foliar de plantas daninhas de ambiente aquático: *Pistia stratiotes*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 24, 2004, São Pedro/SP. **Resumo expandido...** São Pedro: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 2004b. CD Rom.

MARCHI, S.R. et al. Utilização de chama para o controle de plantas daninhas emersas em ambiente aquático. **Planta Daninha**, v. 23, n. 2, p 311-319, 2005a.

MARCHI, S.R. et al. Degradação luminosa e retenção foliar dos corantes Azul Brilhante FDC-1 e Amarelo Tartrasina FDC-5 utilizados como traçadores em pulverizações. **Planta Daninha**, v. 23, n. 2, p. 287-294, 2005b.

MARCHI, S.R. et al. Depósitos de calda de pulverização nas faces adaxial e abaxial de folhas de *Eichhornia crassipes* dispostas em diferentes ângulos. **Planta Daninha**, v. 23, n. 2, p. 321-328, 2005c.

MARTINS, D. et al. Controle químico de plantas daninhas aquáticas em condições controladas – caixa d’água. **Planta Daninha**, v. 17, n. 2, p. 289-296, 1999.

MARTINS, D. et al. Controle químico de *Pistia stratiotes*, *Eichhornia crassipes* e *Salvinia molesta* em caixas d’água. **Planta Daninha**, v. 20, p. 83-88, 2002. Edição Especial.

MARTINS, D. et al. Ocorrência de plantas aquáticas nos reservatórios da Light-RJ. **Planta Daninha**, v. 21, p. 105-108, 2003. Edição Especial.

MARTINS, D. et al. Efeito de diferentes concentrações de Aterbane na deposição de calda em plantas de *Pistia stratiotes*. **Planta Daninha**, v. 23, n. 2, p. 343-348, 2005.

MATUO, T.; NAKAMURA, S.H.; ALMEIDA, A. Efeitos de alguns adjuvantes da pulverização nas propriedades físicas do líquido. **Summa Phytopathologica**, v. 15, p. 163-173, 1989.

McMULLAN, P. M. Effect of spray volume, spray pressure and adjuvant volume on efficacy of sethoxydim and fenoxaprop-p-ethyl. **Crop Protection**, v. 14, n7, p. 549-554, 1995.

NAKATANI, K.; BAUMGARTNER, G. & CAVICCHIOLI, M. Ecologia de ovos e larvas de peixes. In: Vazzoler, A. E. A.; Agostinho, A. A.; Hahn, N. S. A planície de inundação do alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos. Maringá: EDUEM/Nupélia, 1997. p. 281-306.

NEGRISOLI, E. et al. Depósitos unitários de calda de pulverização com e sem surfatante em plantas de *Salvinia molesta*. **Planta Daninha**, v. 20, p. 51-56, 2002. Edição Especial.

NEVES, T.; FOLONI, L. L. & PITELLI, R. A. Controle químico do aguapé (*Eichhornia crassipes*). **Planta Daninha**, v. 20, p. 89-97, 2002. Edição Especial.

NORDBY, A. Application and control of the distribution of plant nutrients and pesticides. In: DODD & GRACE (Ed.). Land and water use. Rotterdam: Balkema, 1989, p. 2073-9.

PALLADINI, L.A. Metodologia para avaliação da deposição em pulverizações. Botucatu, SP, 2000. 111p. Tese (Doutorado em Agronomia/Proteção de Plantas) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, 2000.

RICHARD JR, E. P. Optimizing diluent volume improves Johnsongrass control in sugarcane (*Saccharum* sp.) with asulam. **Weed Technology**, v. 5, n. 2, p. 363-368, 1991.

RICHARDSON, B.; NEWTON, M. Spray deposition within plant canopies. New Zealand **Crop Protection**, v. 53, p. 248-252, 2000.

SAND-JENSEN, K. Influence of submerged macrophytes on sediment composition and near-bed flow in lowland streams. **Fresh. Biol.**, v. 39, n. 4, p. 663-679, 1998.

SELVAN, R. P. & LALL, M. Chemical control of water hyacinth. In: ANNUAL CONFERENCE OF INDIAN SOCIETY OF WEED SCIENCE, 1981, Oxford. **Proceedings...** Oxford: 1981. p. 141-148.

SILVA, J.R.V. et al. Deposição da calda de pulverização em dois estágios de desenvolvimento de plantas de *Typha subulata*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 24, 2004, São Pedro/SP. **Resumo expandido...** São Pedro: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 2004. CD Rom.

SILVA, M. A. S. Depósitos de calda de pulverização no solo e em plantas de tiririca (*Cyperus rotundus* L.) em diferentes condições de aplicação. Botucatu, 2000. 57p. Tese (Doutorado em Agronomia / Agricultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

SILVA, M. A. S. et al. Depósito da calda de aplicação de herbicidas no solo e em plantas em função da densidade populacional de tiririca (*Cyperus rotundus* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 23, 2002, Gramado/RS. **Resumos...** Gramado: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 2002. p. 647.

SOUZA, R. T.; MACIEL, C. D. G.; VELINI, E. D. Avaliação dos depósitos unitários de calda de pulverização em plantas daninhas da cultura da soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 22, 2000, Foz do Iguaçu. **Resumos...** Foz do Iguaçu: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 2000. p. 473.

SOUZA, R.T. Efeito da eletrização de gotas sobre a variabilidade dos depósitos de pulverização e eficácia do glyphosate no controle de plantas daninhas da cultura da soja. Botucatu, SP, 2002. 69p. Tese (Doutorado em Agronomia / Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.

SPILLMAN, J.J. Spray impaction, retention and adhesion: an introduction to basic characteristics. **Pesticide Science**, v. 15, p.97-106, 1984.

TANAKA, R. H. et al. Ocorrência de plantas aquáticas nos reservatórios da Companhia Energética de São Paulo. **Planta Daninha**, v. 20, p. 101-111, 2002. Edição Especial.

THOMAZ, S. M. & BINI, L. M. Ecologia e manejo de macrófitas em reservatórios. **Acta Limnológica Brasileira**, v. 10, n1, p. 103-116, 1999.

THOMAZ, S.M. Fatores ecológicos associados à colonização e ao desenvolvimento de macrófitas aquáticas e desafios de manejo. **Planta Daninha**, v. 20, p. 21-33, 2002. Edição Especial.

TOFOLI, G. Efeito do tamanho do alvo e condições operacionais sobre a uniformidade de deposição de pulverizadores em pré-emergência. Botucatu, SP, 2001. 62p. Dissertação

(Mestrado em Agronomia/Proteção de Plantas) - Faculdade de Ciência Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

TOMAZELA, M. S. Avaliação da deposição da calda de pulverização em função da densidade populacional de *Brachiaria plantaginea* (Link) Witch, volume e ângulo de aplicação. Botucatu, SP, 1997. 78p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Agricultura) - Faculdade de Ciência Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

TOMAZELA, M. S. Efeitos do estágio de desenvolvimento de *Brachiaria plantaginea* (Link) Witch, ângulo de aplicação e tipo de ponta na deposição da calda de pulverização. Botucatu, SP, 2001. 53p. Tese (Doutorado em Agronomia/Agricultura) – Faculdade de Ciência Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

VALENTE, J. P. S.; PADILHA, P. M. & SILVA, A. M. M. Contribuição da cidade de Botucatu-SP com nutrientes (fósforo e nitrogênio) na eutrofização da represa de Barra Bonita. **Eclét. Quím.**, v. 22, p. 31-48, 1997.

VAN, T.K. et al. Effects of herbicides rate and carrier volume on glyphosate phytotoxicity. **J. Aquatic Plant Management**, v. 24, n. 7, p. 66-89, 1987.

VELINI, E. D. Controle de plantas daninhas aquáticas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 22, 2000. Foz do Iguaçu. **Palestras...** Foz do Iguaçu: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 2000. p. 137-147.

WALLSTEN, M. The shallow lake Hjälvstaviken – aquatic vegetation and waterfowl. In: Monteiro, A.; Vasconcelos, T.; Catarino, L. Management and ecology of aquatic plants. In: EWRS INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON AQUATIC WEEDS, 10, 1998, Lisbon. **Proceedings...** Lisbon: APRH, 1998. p. 151-154.

WEAVER, M. J.; MAGNUSON, J. J. & CLAYTON, M. K. Distribution of littoral fishes in structurally complex macrophytes. Canadian Journal Fish. **Aquatic Science**, v. 54, p. 2277-2289, 1997.

WINTON, M. D. & CLAYTON, J. S. The impact of invasive submerged weed species on seed banks in lake sediments. **Aquatic Botany**, v. 53, p. 31-45, 1996.

WIRTH, W.; STORP, S.; JACOBENSEN, W. Mechanisms controlling leaf retention of agriculture spray conditions. **Pesticide Science**, v. 31, p. 411-420, 1991.