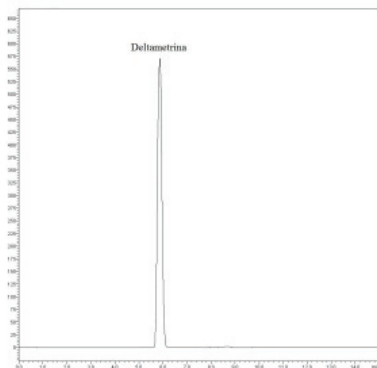
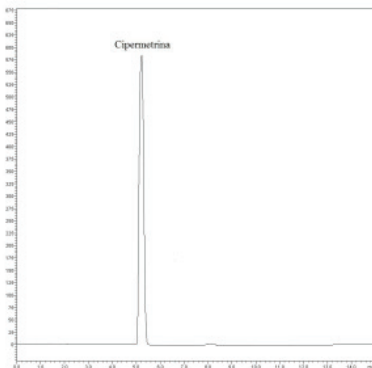


Piretroides em Corpos d'Água da Região do Baixo São Francisco



**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Tabuleiros Costeiros
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**

Documentos 213

Piretroides em Corpos d'Água da Região do Baixo São Francisco

Fernanda Santos Cunha
Rafaela Mirelle Souza
Juliana Oliveira Meneses
Joel Artur Rodrigues Dias
Higo Andrade Abe
Natalino da Costa Sousa
Marcia Valéria Silva do Couto
Bruno Santos Lima
Yasmim M^a Barbosa Gomes de Carvalho
Adriano Antunes de Souza Araújo
José Guedes de Sena Filho
Marcia Helena Galina Dompieri
Alexandre Nizio Maria
Paulo Cesar Falanghe Carneiro
Rodrigo Yudi Fujimoto

Embrapa Tabuleiros Costeiros
Aracaju, SE
2017

Embrapa Tabuleiros Costeiros
Av. Beira Mar, 3250, CEP 49025-040, Aracaju, SE
Fone: (79) 4009-1300
www.embrapa.br/tabuleiros-costeiros
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações

Comitê Local de Publicações da Embrapa Tabuleiros Costeiros

Presidente: *Marcelo Ferreira Fernandes*

Secretário-Executivo: *Marcus Aurélio Soares Cruz*

Membros: *Amaury da Silva dos Santos, Ana da Silva Lédo, Anderson Carlos Marafon, Joézio Luiz dos Anjos, Julio Roberto Araújo de Amorim, Lizz Kezzy de Moraes, Luciana Marques de Carvalho, Tânia Valeska Medeiros Dantas, Viviane Talamini*

Supervisão editorial: *Flaviana Barbosa Sales*

Revisão bibliográfica: *Josete Cunha Melo*

Editoração eletrônica: *Beatriz Ferreira da Cruz*

1ª Edição

On-line (2017)

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Tabuleiros Costeiros

Piretroide em corpos d'água da região do Baixo São Francisco / Fernanda Santos Cunha ... [et al.] – Aracaju : Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2017.

15 p. (Documentos / Embrapa Tabuleiros Costeiros, ISSN 1678-1953; 213).

1. Peixe. 2. Piscicultura. 3. Defensor agrícola. 4. Praga. 5. Inseticida. 6. Piretroide. 7. Bacia hidrográfica. I. Cunha, Fernanda Santos. II. Souza, Rafaela Mirelle. III. Meneses, Juliana Oliveira. IV. Dias, Joel Artur Rodrigues. V. Abe, Higo Andrade. VI. Sousa, Natalino da Costa. VII. Couto, Marcia Valéria Silva do. VIII. Lima, Bruno Santos. IX. Carvalho, Yasmim Maria Barbosa Gomes de. X. Araujo, Adriano Antunes de Souza. XI. Sena Filho, José Guedes. XII. Dompieri, Marcia Helena Galina. XIII. Carneiro, Paulo Cesar Falanghe. XIV. Fujimoto, Rodrigo Yudi. XV. Série.

CDD 639.31 Ed. 21

©Embrapa 2017

Autores

Fernanda Santos Cunha

Engenheira de Pesca, mestre em Saúde e Meio Ambiente, Universidade Tiradentes, Aracaju, SE

Rafaela Mirelle Souza

Engenheira de Pesca, Universidade Federal de Sergipe, São Cristovão, SE

Juliana Oliveira Meneses

Engenheira de Pesca, mestre em Saúde e Meio Ambiente, Universidade Tiradentes, Aracaju, SE

Joel Artur Rodrigues Dias

Engenheiro de Pesca, mestre em Ciência Animal, Universidade Federal do Pará, Castanhal, PA

Higo Andrade Abe

Engenheiro de Pesca, mestre em Ciência Animal, Universidade Federal do Pará, Castanhal, PA

Natalino da Costa Sousa

Engenheiro de Pesca, mestre em Ciência Animal, Universidade Federal do Pará, Castanhal, PA

Marcia Valéria Silva do Couto

Engenheira de Pesca, mestre em Ciência Animal, Universidade Federal do Pará, Castanhal, PA

Bruno Santos Lima

Farmacêutico, mestre em Ciências Farmacêuticas, Universidade Federal de Sergipe, São Cristovão, SE

Yasmim Maria Barbosa Gomes de Carvalho

Farmacêutica, mestre em Ciências
Farmacêuticas, Universidade Federal de Sergipe,
São Cristovão, SE

Adriano Antunes de Souza Araújo

Engenheiro Químico e Farmacêutico, doutor
em fármacos e medicamentos, professor
da Universidade Federal de Sergipe,
São Cristovão, SE

José Guedes de Sena Filho

Farmacêutico, doutor em Produtos
Naturais e Sintéticos Bioativos, analista da
EmbrapaTabuleiros Costeiros, Aracaju, SE

Marcia Helena Galina Dompieri

Geografa e estatística, doutora em Organização
do Espaço, pesquisadora da EmbrapaTabuleiros
Costeiros, Aracaju, SE

Alexandre Nizio Maria

Zootecnista, doutor em Produção Animal,
pesquisador da Embrapa Tabuleiros Costeiros,
Aracaju, SE

Paulo Cesar Falanghe Carneiro

Engenheiro-agrônomo, doutor em Zootecnia,
pesquisador da Embrapa Tabuleiros Costeiros,
Aracaju, SE

Rodrigo Yudi Fujimoto

Zootecnista, doutor em Aquicultura, pesquisador
da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE

Apresentação

A busca de alimentos saudáveis e livres de defensivos agrícolas é uma preocupação crescente no mundo. Dentre esses defensivos estão os piretroides, inseticidas de baixo custo e utilizados no controle de pragas na agricultura, com baixa toxicidade em humanos, mas com alta toxicidade nos organismos aquáticos.

A região do Baixo São Francisco, notadamente o perímetro irrigado no Município de Propriá, Estado de Sergipe, onde se produz tanto lavouras, como piscicultura; o que pode, em face da proximidade entre essas atividades apresentarem riscos à saúde do trabalhador, por sua exposição aos produtos, e a poluição da microbacia em questão. A Embrapa Tabuleiros Costeiros, atenta aos riscos de resíduos dos referidos defensivos, realizou o monitoramento das águas do Rio São Francisco, dos canais de irrigação e viveiros de piscicultura.

Os resultados alcançados nessa investigação revelaram a presença de resíduos de piretroides nas águas fluviais, indicando que possíveis efeitos tóxicos, podem afetar a comunidade aquática da região. Nesse sentido, propõe uma profícua e participativa discussão sobre a adoção de políticas públicas de regulação para esses inseticidas, assim como, futuros estudos sobre os seus efeitos nos peixes, uma vez que foram encontrados resíduos nas águas das pisciculturas.

Manoel Moacir Costa Macedo

Chefe-geral da Embrapa Tabuleiros Costeiros

Sumário

Apresentação	6
Introdução	8
Avaliação das águas da região	10
Implicação dos achados	13
Considerações finais	14
Referências	14

Piretroides em Corpos d'Água da Região do Baixo São Francisco

**Fernanda Santos Cunha
Rafaela Mirelle Souza
Juliana Oliveira Meneses
Joel Artur Rodrigues Dias
Higo Andrade Abe
Natalino da Costa Sousa
Marcia Valéria Silva do Couto
Bruno Santos Lima
Yasmim M^a Barbosa Gomes de Carvalho
Adriano Antunes de Souza Araújo
José Guedes de Sena Filho
Marcia Helena Galina Dompieri
Alexandre Nizio Maria
Paulo Cesar Falanghe Carneiro
Rodrigo Yudi Fujimoto**

Introdução

Com a crescente demanda pela oferta de alimentos, o setor agropecuário passou a expandir e conviver com desafios, como a incidência de pragas. Com isso, foi necessário investir em pacotes tecnológicos que garantissem uma maior qualidade nos produtos e conseqüentemente uma maior produtividade. Dentre os pacotes tecnológicos, os defensivos agrícolas apresentam destaque, pois além de serem eficazes no controle de pragas, parte deles possui preço acessível aos produtores.

Um dos defensivos mais utilizados são os piretroides por possuírem baixa toxicidade aos mamíferos e aves quando comparados a outros inseticidas, além de serem bastante eficazes no controle de pragas agrícolas em baixas dosagens. Podem ainda ser utilizados como inseticidas domiciliares, na saúde pública, no controle de piolho e no uso veterinário, no combate a pulgas e carrapatos. Apesar da baixa toxicidade aos mamíferos e aves, estudos comprovam que eles são altamente tóxicos aos organismos aquáticos e a alguns insetos não alvo, como as abelhas (BORGES, 2005; CENGIZ; UNLU, 2006; SANTOS et al., 2007; MONTANHA; PIMPÃO, 2012).

Nesse contexto, a pulverização frequente desses inseticidas nas plantações são fontes de contaminação residual dos recursos hídricos

superficiais e subterrâneos, que pode ocorrer por meio do escoamento superficial da água da chuva, carreando esses produtos até os corpos de água (TOMITA; BEYRUTH, 2002). Por este motivo, legislações que determinem o limite desses contaminantes no meio ambiente se torna uma ferramenta importante para controlar o uso abusivo desses agrotóxicos, principalmente dos piretroides, um dos inseticidas mais utilizados na agricultura (SANTOS et al, 2007).

No Brasil não é possível encontrar dados sobre as concentrações aceitáveis dos piretroides, pois o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), na resolução 357, de 18 de março de 2005, não determinou os limites de piretroide em nenhuma classe de águas (BRASIL, 2005). No entanto, o Ministério da Saúde determinou em 2011 a concentração máxima somente de um piretroide, a permetrina em água potável, que seria de $20 \mu\text{g/L}$ (BRASIL, 2011). Com o objetivo de auxiliar na formulação de novas legislações ambientais, voltadas para a presença de piretroides em corpos hídricos, a Embrapa realizou um monitoramento de amostras de água em locais no interior do perímetro irrigado do município de Propriá, no Estado de Sergipe (Figura 1- linha branca), localizado na região do Baixo São Francisco a fim de determinar a concentração de deltametrina, esfenvalerato e cipermetrina, piretroides mais utilizados na região.

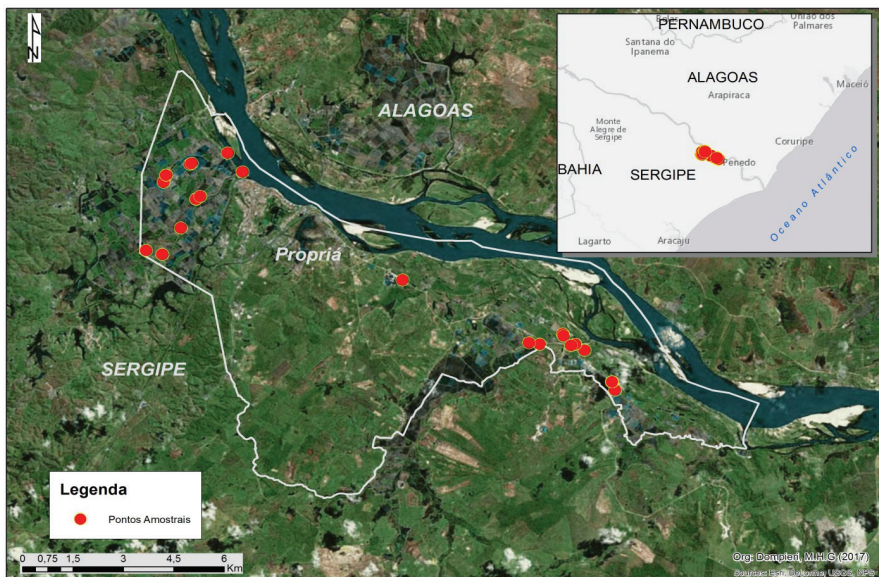


Figura 1. Pontos amostrais da coleta de água georreferenciados na região da Bacia do Baixo São Francisco em Propriá, SE. Ilustração: Márcia H.G. Dompieri

A deltametrina, esfenvalerato e a cipermetrina são extremamente tóxicas aos organismos aquáticos porque o metabolismo e a eliminação dos compostos são mais lentos nesses organismos (VIRAN et al., 2002; YILMAZ et al., 2004; BEGUM, 2005). Além disso, os peixes são menos tolerantes a esses pesticidas na fase juvenil, o que pode comprometer a população daquele ecossistema (KREUTZWEISER; KINGSBURY, 1987) e dos peixes mantidos em pisciculturas.

Avaliação das águas da região

No período de novembro 2016 a janeiro 2017 foi coletado um total de 22 amostras de água (Figura 1). Cada amostra continha 500 mL de água, e foram provenientes de dez pisciculturas (um viveiro por piscicultura); além de outros três pontos dos afluentes do Rio São Francisco e nove canais de abastecimento das pisciculturas (Figura 2), situados no município de Propriá e no povoado Cotinguiba, ambos na Região do Baixo São Francisco Sergipano. As amostras foram armazenadas em frascos de polietileno, transportadas em isopor com gelo e armazenadas a $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$, protegidas da luz, até o momento da análise. Além dos pontos de coleta de água, as culturas agrícolas do entorno, situadas na região, também foram georreferenciadas (Figura 2).

Fotos: Fernanda S. Cunha



Figura 2. **A** - Coleta de água em um viveiro de uma das pisciculturas. **B** - Canal de abastecimento de uma piscicultura (estrela). **C** - Cultura agrícola no entorno.

Cada amostra foi descongelada em geladeira a uma temperatura de $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ e então foi retirada uma alíquota de 30 mL, filtrada em papel filtro ($205\text{ }\mu\text{m}$) e transferida para um béquer de 100 mL. Nesse béquer foi adicionado à amostra 7,5 ml de metanol e 1,8 de clorofórmio e então misturados com o auxílio de uma pipeta pasteur (3mL) até a formação de uma solução turva. Dessa solução foi retirada uma alíquota de 15 mL e inserida em um tubo de vidro de 20 mL, posteriormente

agitada manualmente durante 30 segundos e centrifugada a 4000 rpm durante 5 minutos.

Após o processo de centrifugação foi decantado no fundo do tubo o solvente de extração (clorofórmio) com o anólito, separados do solvente dispersivo, o metanol. Da solução depositada no fundo foi retirado 500 μL e transferido para um recipiente de 1,5 mL, posteriormente seco com um fluxo suave de nitrogênio a gás a temperatura ambiente para eliminar clorofórmio. Após essa secagem, se procedeu a reconstituição do anólito com 1 mL de acetonitrila e então injetado no HPLC.

As análises por cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE) foram realizadas em um cromatógrafo líquido equipado com um degaseificador DGU-20A3, duas bombas LC-20AD, um injetor automático SIL-20A HT, um forno CTO-20A, um detector de arranjo de diodos SPDM20Avp, acoplados a um sistema controlador CBM-20A. As análises foram determinadas em uma coluna analítica C18 – 250 mm x 4,6 mm (5 μm tamanho de partícula), conectada à uma pré-coluna C18 – 30 mm x 4 mm (4 μm tamanho de partícula). Como fase móvel foi utilizada água ultrapura (A) e acetonitrila (B) (FERNÁNDEZ-RAMOS et al., 2014). As análises foram realizadas utilizando um sistema gradiente de eluição, iniciando com 70% de B durante 1min, 70%–95% de B durante 1min–2min, 95%–100% de B durante 2min–10min, 100%–70% de B durante 10min– 15min, retornando as condições iniciais e finalizando a análises. O fluxo da fase móvel foi de 0,8 mL/min e o volume de injeção das amostras foi de 20 μL . As análises foram realizadas em temperatura de 25 °C e o comprimento de onda para a detecção dos compostos foi de 210 nm.

Nessa avaliação, não foram encontrados resíduos do piretroide esfenvalerato, porém foram encontrados resíduos de deltametrina e cipermetrina nas águas de pisciculturas e nos canais de abastecimento (Figuras 3 e 4), possivelmente oriundos de cultivos agrícolas próximos, como arroz irrigado, ou ainda de esgoto doméstico e industrial, os quais podem estar alcançando os corpos de água alvos da análise, porém não foram verificados resíduos nos pontos amostrados do rio.

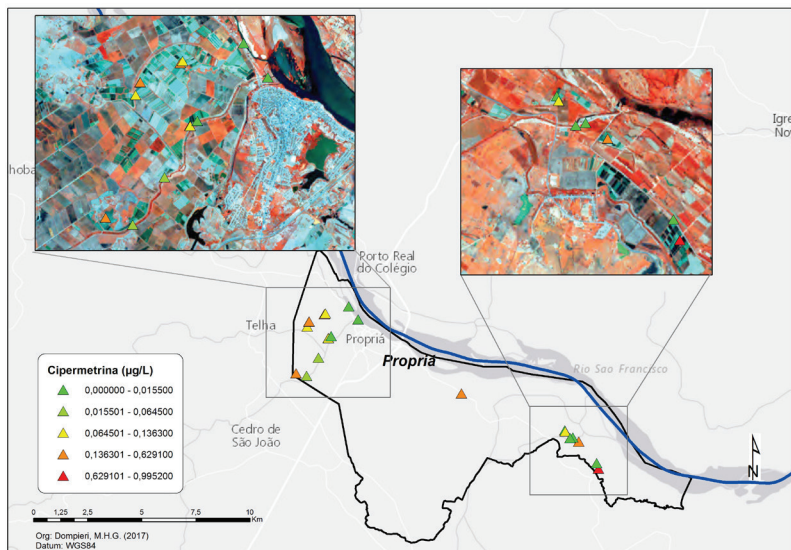


Figura 3. Distribuição espacial das classes de concentração de Cipermetrina ($\mu\text{g/L}$), nos locais de coleta, detalhe do entorno destacado em imagem de satélite sentinel2 (12/05/2017), composição R8G3B2 (falsa-cor). Ilustração: Márcia H.G. Dompiéri

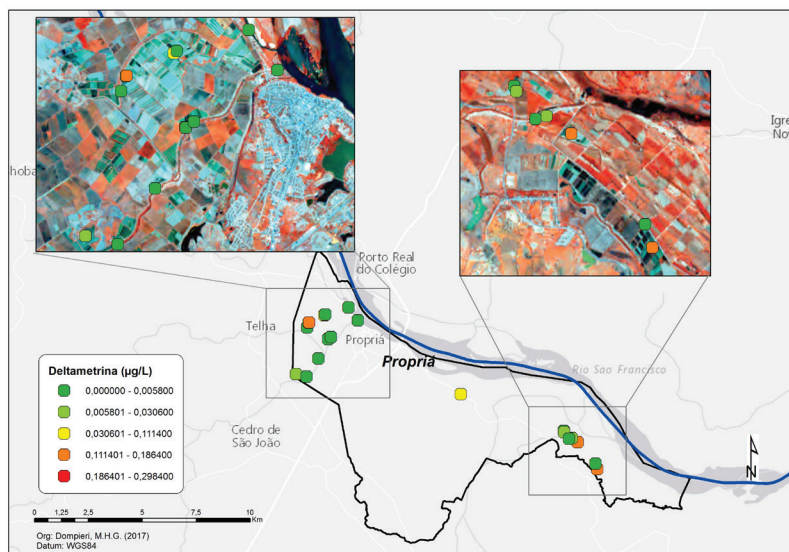


Figura 4. Distribuição espacial das classes de concentração de Deltametrina ($\mu\text{g/L}$), nos locais de coleta, detalhe do entorno destacado em imagem de satélite sentinel2 (12/05/2017), composição R8G3B2 (falsa-cor). Ilustração: Márcia H.G. Dompiéri

A partir dos recortes das imagens de satélite (Figura 3 e 4), em que a banda espectral do infravermelho foi associada ao canal vermelho, no sistema RGB de exibição, é possível constatar que a vegetação possui coloração avermelhada, sendo que os tons de vermelho mais intenso representam a vegetação em estágio fenológico mais desenvolvido. A água com pouca sedimentação possui coloração preta e aquela com muito sedimento em suspensão possui coloração variando do verde ao azul - como é o caso das pisciculturas. Nota-se a proximidade da prática aquícola ao aglomerado urbano, que é refletido em tons claros entremeados a azuis, com padrão espacial característico de estradas e quadras. Nesse arranjo espacial, é possível notar a proximidade das pisciculturas em relação aos cultivos agrícolas.

Implicações dos achados

De acordo com as normas canadenses de qualidade da água a presença da deltametrina na Região do Baixo São Francisco Sergipano está acima do nível seguro para recursos hídricos, uma vez que a concentração ideal para não comprometer os organismos aquáticos de água doce é de $0,0004 \mu\text{g/L}$ (CANADIAN COUNCIL OF RESOURCE AND ENVIRONMENT MINISTERS, 1999). Quanto à cipermetrina, como não há regulação pelos órgãos ambientais nacionais, não é possível afirmar se a sua concentração está dentro dos padrões permitidos em corpos hídricos.

Os valores da cipermetrina encontrados na região do Baixo São Francisco estão acima de concentrações letais médias estimadas para alevinos de algumas espécies de clima temperado como a truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*) que possui uma CL50 de $0,82 \mu\text{g/L}$ (USEPA, 1989). Já os valores de CL50 da deltametrina para a mesma espécie é de $0,39 \mu\text{g/L}$ (WHO, 1997), concentração essa acima do encontrado nas águas do Baixo São Francisco, mas que não diminui o potencial risco desse do produto na região. Espécies adultas possuem uma maior resistência a esses pesticidas e isto foi comprovado por Sarikaya (2009) ao observar que tilápias adultas (*Oreochromis niloticus*) apresentaram uma CL50 de $14,6 \mu\text{g/L}$ para a deltametrina e $5,99 \mu\text{g/L}$ para cipermetrina, o que pode justificar a não mortalidade dos peixes nas pisciculturas na região do Baixo São Francisco, mas não descartar sua influência no desenvolvimento dos peixes ali cultivados.

Apesar dos peixes adultos possuírem uma maior resistência quando comparados aos alevinos, é importante enfatizar que os piretroides podem induzir alterações hematológicas (ANSARI et al., 2009) e há influência na reprodução de peixes de clima temperado como salmões em concentração de 0,0004 $\mu\text{g/L}$ (MOORE; WARING, 2000). Em peixes tropicais como o tambaqui (*Colossoma mcropomum*) e curimba (*Prochilodus spp.*), espécies produzidas no Baixo São Francisco, ainda não se conhece essa influência.

Percebe-se então a importância de pesquisas quanto aos efeitos desses piretroides em longo prazo sobre os peixes e na cadeia produtiva assim como a saúde da população que pode consumir esses animais.

Considerações Finais

Foram encontradas concentrações de resíduos de piretroides nas águas de abastecimento das pisciculturas no perímetro do município de Propriá, que compõe a parte baixa da bacia hidrográfica do Rio São Francisco. Nesse sentido, o presente trabalho, permite suscitar a questão da necessidade de normatizações e regulações por meio de políticas públicas e pesquisas quanto aos efeitos de longo prazo que os piretroides podem provocar nos peixes, nas cadeias produtivas locais e na segurança alimentar da população.

Referências

ANSARI, R. A.; KAUR, M.; AHMAD, F.; RAHMAN, S.; RASHID, H.; ISLAM, F.; RAISUDDIN, S. Genotoxic and oxidative stress-inducing effects of deltamethrin in the erythrocytes of a freshwater biomarker fish species, *Channa punctata* Bloch. Inc. **Environmental Toxicology**, v. 24, p. 429–436, 2009.

BEGUM, G. In vivo biochemical changes in liver and gill of *Clarias batrachus* during cypermethrin exposure and following cessation of exposure. **Pesticide Biochemical and Physiology**, v. 82, p. 85-196, 2005.

BORGES, A. **Valores hematológicos e bioquímicos séricos, efeitos de doses subletais da cipermetrina e características físico-químicas**

do sêmem do Jundiá *Rhamdia quelen*. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2005.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Coordenação-Gfoil de Vigilância em Saúde Ambiental. **Portaria MS nº 2914/2011**. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2011. 34 p.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução nº. 357 de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF,, 2005. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: 19/06/2017.

CANADIAN COUNCIL OF RESOURCE AND ENVIRONMENT MINISTERS. **Canadian water quality guidelines: updates: arsenic, bromacil, carbaryl, chlorpyrifos, deltamethin, and glycols. Appendix 23**. In: CANADIAN COUNCIL OF RESOURCE AND ENVIRONMENT MINISTERS. *Canadian water quality guidelines*,. Canadá, 1999

CENGIZ, E. I.; UNLU, E. Sublethal effects of commercial deltamethrin on the structure of the gill, liver and gut tissues of mosquitofish, *Gambusia affinis*: A microscopic study. **Environmental Toxicology and Pharmacology**, n. 21, p. 246- 253, 2006.

FERNÁNDEZ-RAMOS, C.; ŠATÍNSKÝ, D.; SOLICH, P. New method for the determination of carbamate and pyrethroid insecticides in water samples 76 using on-line SPE fused core column chromatography. **Talanta**, v. 129, p. 579– 585, 2014.

KREUTZWEISER, D. P.; KINGSBURY, P. D. Permethrin treatments in Canadian forests. Part 2: Impact on stream invertebrates. **Journal of Pesticide Science**, v.19, p. 49-60, 1987.

MONTANHA, F. P.; PIMPÃO, C. T. Efeitos toxicológicos de piretroides (cipermetrina e deltametrina) em peixes – revisão. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**, n. 18, 2012.

MOORE, A.; WARING, C. P. The effects of a synthetic pyrethroid on some aspects of reproduction in Atlantic salmon (*Salmo salar L.*). **Aquatic Toxicology**, v. 52, p. 1812, 2000.

PIMPÃO, C. T.; ZAMPRONIO, A. R.; SILVA DE ASSIS, H. C. Effects of deltamethrin on hematological parameters and enzymatic activity in *Ancistrus multispinis* (Pisces, Teleostei). **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v. 88, p. 122-127, 2007.

SANTOS, M. A. T.; AREAS, M. A.; REYES, F. G. R. Piretroides: uma visão geral. **Alimentos e Nutrição**, v. 18, n. 3, p. 339-349, 2007.

SARIKAYA, R. Investigation of acute toxicity of alpha-cypermethrin on adult Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus* L.). **Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, v. 9, p. 85-89, 2009.

TOMITA, R. Y.; BEYRUTH, Z. Toxicologia de agrotóxico em ambiente aquático. **Biológico**, v. 64, n. 2, p. 135-142, 2002.

U.S. EPA. **Pesticide Fact Sheet Number 199: Cypermethrin**. Office of Pesticides and Toxic Substances, Washington, DC, 1989.p. 2-9.

VIRAN, R.; ERKOÇ, F. U.; POLAT, H.; KOÇAK, O. Investigation of acute toxicity of deltamethrin on guppies (*Poecilia reticulata*). **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 55, p. 82–85, 2002.

WHO. World Health Organization. 1997. **International Programme on Chemical Safety- Deltamethrin**. Disponível em: <<http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc97.htm>> . Acesso em: 04/07/2017.

YILMAZ, M.; GUL, A.; ERBASLI, K. Acute toxicity of alpha-cypermethrin to guppy (*Poecilia reticulata*, Pallas, 1859). **Chemosphere**, v. 56, p. 381-385, 2004.



Tabuleiros Costeiros

MINISTÉRIO DA
**AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO**

