




MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO - MEC
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA – SETEC
IFTO – CAMPUS PALMAS
DIRETORIA DE ENSINO
COORDENAÇÃO DA ÁREA DE RECURSOS NATURAIS



RODRIGO XAVIER NOLASCO

**TOXICIDADE AGUDA DO TRICLORFON EM JUVENIS DE
“PINTADO” (*Pseudoplatystoma corruscans*)**

**Palmas-TO
2014**



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO - MEC
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA – SETEC
IFTO – CAMPUS PALMAS
DIRETORIA DE ENSINO
COORDENAÇÃO DA ÁREA DE RECURSOS NATURAIS



RODRIGO XAVIER NOLASCO

**TOXICIDADE AGUDA DO TRICLORFON EM JUVENIS DE
“PINTADO” (*Pseudoplatystoma corruscans*)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação de Recursos Naturais como requisito
para obtenção da conclusão do Curso Superior de
Tecnologia em Agronegócio IFTO-*Campus Palmas*.

Orientador: Prof. M.Sc. Alysson Soares da Rocha

**Palmas-TO
2014**




MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO - MEC
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA – SETEC
IFTO – CAMPUS PALMAS
DIRETORIA DE ENSINO
COORDENAÇÃO DA ÁREA DE RECURSOS NATURAIS



RODRIGO XAVIER NOLASCO

**TOXICIDADE AGUDA DO TRICLORFON EM JUVENIS DE
“PINTADO” (*Pseudoplatystoma corruscans*)**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado e aprovado como cumprimento às exigências legais do currículo do Curso Superior de Tecnologia em Agronegócio pela Coordenação da Área Recursos Natural no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia-Campus Palmas.

Palmas, 25 de setembro de 2014.

Prof.^a Dr. Vanessa David Domingos
Supervisora do Trabalho de Conclusão de Curso

Banca Examinadora:

Prof. M.Sc. Alysson Soares da Rocha
Presidente e Orientador

Prof. Dr^a. Joana Patrícia Lira de Sousa
Membro de Banca Examinadora

Prof. M.Sc. Clauber Rosanova
Membro de Banca Examinadora



RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a resistência dos juvenis de “Pintado” (*Pseudoplatystoma corruscans*) ao organofosforado triclorfon, largamente utilizado em piscicultura para controle de ectoparasitas. Foram utilizados 150 exemplares de *P. corruscans*, coletados em piscicultura na região de Brejinho de Nazaré-TO e transferidos para o laboratório de Morfologia e Bioquímica da Universidade Federal do Tocantins, *Campus Araguaína*, permanecendo em caixas de 500 L a temperatura de aproximadamente 25 °C durante vinte dias para aclimação. Os espécimes utilizados foram juvenis (Wt: $49,1 \pm 11,0$ g, Lt: $12,0 \pm 2,0$ cm), sem distinção de sexo e alimentados com ração balanceada. O fotoperíodo foi de 12 horas luz. Os animais do grupo controle e os expostos ao inseticida permaneceram em sistema semi-estático durante 96 horas. Foram realizados testes preliminares para determinação das faixas de concentração letal do inseticida. Com base na menor concentração letal dos testes preliminares, foram calculadas as concentrações definitivas, sendo utilizado o fator dois como base nas determinações das concentrações a serem testadas.

Palavras-chave: ecotoxicologia; piscicultura; xenobiótico




MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO - MEC
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA – SETEC
IFTO – CAMPUS PALMAS
DIRETORIA DE ENSINO
COORDENAÇÃO DA ÁREA DE RECURSOS NATURAIS



ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the resistance of "Pintado" (corruscans *Pseudoplatystoma*) juveniles to the organophosphate trichlorfon, widely used in aquaculture to control ectoparasites. Were used 150 specimens of *P. corruscans* collected in pisciculture on the region of Brejinho de Nazaré - TO and transferred to the laboratory of Morphology and Biochemistry of the Federal University of Tocantins, *Campus Araguaína*, remaining in boxes of 500 L at a temperature of approximately 25 ° C for twenty days for acclimatization. The specimens used were juveniles (Wt: 49.1 ± 11.0 g, Lt: 12.0 ± 2.0 cm), irrespective of sex and fed with balanced food. The photoperiod was 12 hours light. The control group and the exposed to the insecticide remained in semi - static system for 96 hours. Preliminary tests were performed to determination of lethal concentration of insecticide tracks. Based on the minor concentration of the preliminary tests, the final concentrations were calculated, and used the factor two as the basis of determinations of concentrations to be tested.

Keywords: Ecotoxicology; pisciculture; xenobiotic



LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Processos de transporte e transformação que ocorrem no ambiente (adaptado de Costa et al., 2008).....	7
Figura 2 – Fórmula estrutural do triclorfon: $C_4H_8Cl_3O_4P$ (adaptado de BAYER INTELLECTUAL PROPERTY GMBH, 2010).....	9
Figura 3 – Exemplar de pintado, <i>P. corruscans</i> (EMBRAPA PANTANAL, 2014).....	13
Figura 4 - Curva de regressão linear estimada para a mortalidade de tambaqui, <i>P. corruscans</i> , exposto a diferentes concentrações de triclorfon.....	18



LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Valores das variáveis físico-químicas da água (media $\pm$ SD) no teste de toxicidade em pintado (<i>P. corruscans</i>), exposto ao triclorfon.....	16
Tabela 2 - Mortalidade (%) de juvenis de pintado nas diferentes concentrações de triclorfon durante a determinação da CL _{50-96h}	17
Tabela 3 – Toxicidade aguda ao triclorfon para espécies de peixes – CL _{50-96h}	19



SUMÁRIO

RESUMO.....	IV
ABSTRACT	V
LISTA DE FIGURAS.....	VI
<u>1.INTRODUÇÃO.....</u>	<u>1</u>
1.1 TEMA DA PESQUISA.....	2
1.2 PROBLEMA.....	3
1.3 HIPOTESE / PREMISA.....	3
1.4 OBJETIVOS.....	4
1.4.1 OBJETIVO GERAL.....	4
1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	4
1.5 JUSTIFICATIVA.....	5
<u>2. REVISÃO DA LITERATURA.....</u>	<u>7</u>
2.1 DEGRADAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS E A PISCICULTURA.....	7
2.2 ORGANOFOSFORADOS NA PISCICULTURA.....	8
2.3 USO DO TRICLORFON E SEUS EFEITOS.....	9
2.4 ECOTOXICOLOGIA E O TESTE DE TOXICIDADE AGUDA.....	10
<u>3. MATERIAIS E MÉTODOS.....</u>	<u>13</u>
3.1 ORGANISMO TESTE.....	13
3.2 COLETA E MANUTENÇÃO DOS ANIMAIS.....	14
3.3 DETERMINAÇÃO DA CL _{50-96H}	14
<u>4. RESULTADOS.....</u>	<u>16</u>
<u>5. DISCUSSÃO.....</u>	<u>19</u>
<u>6. CONCLUSÃO.....</u>	<u>24</u>
<u>7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</u>	<u>25</u>



1. INTRODUÇÃO

Com o crescimento populacional, a demanda por alimentos vem aumentando exponencialmente e com isso a necessidade de incremento na produção. A aquicultura é um ramo agropecuário que vem se destacando ao longo dos anos por fornecer alimento saudável e nutritivo (QUEIROZ et al., 2002).

O pintado (*Pseudoplatystoma corruscans*) é uma espécie da família Pimelodidae, peixe de água doce que apresenta ótima aceitação de mercado devido à excelente palatabilidade e ausência de espinhos intramusculares em sua carne, além de poder atingir em um ano, peso duas vezes maior que o das espécies produzidas atualmente (GONÇALVES & CARNEIRO, 2003).

No mercado nacional e no internacional, o *P. corruscans* é considerado um peixe com carne “nobre” (SMERMAN et al., 2002) devido às suas características atrativas como carne branca, sem espinhos e baixo teor de gordura. Segundo Smerman et al. (2002) o pintado vem aos poucos tornando-se a carne mais procurada e cara entre os peixes de água doce do mercado.

Para se atingir altos níveis de rendimento na produção é preciso utilizar das boas práticas de manejo, pois estas vão garantir qualidade dos peixes reduzindo a incidência de doenças. Quando este manejo não é feito corretamente, uma das principais causas de prejuízos ao produtor são os surtos de parasitoses, sem levar em consideração que o meio aquático facilita a disseminação dos patógenos (CAVICHIOLO et al., 2002).

Nestes casos há citações que preconizam a utilização de produtos químicos no controle destes. Entretanto, a utilização de xenobióticos pode acarretar em contaminação dos seres do ambiente aquáticos e dos próprios peixes do criatório. Os produtos químicos, mesmo em baixos níveis, podem ser considerados letais aos organismos aquáticos que filtram grandes volumes de água enquanto se alimentam (PRIMACK & RODRIGUES, 2001).

O organofosforado triclorfon é recomendado por alguns autores como Pavanelli et al. (2002) e pelo próprio Ministério da Ciência e Tecnologia (2004) como forma de controle das parasitoses nos peixes. Na aquicultura os inseticidas



organofosforados são empregados no controle de odonatas, principal inseto predador de peixes (MATAQUEIRO, 2002) e na piscicultura estes tem a finalidade de eliminar e controlar ectoparasitas (RODRIGUES et al., 1997). No caso de um cultivo visando à produtividade, se as doenças não forem tratadas, podem implicar queda na produção (BOTELHO et al., 2012). Entretanto, no Brasil apesar da semelhança entre os ingredientes ativos, a maioria dos produtos empregados é de uso agrícola ou veterinário (WINKALER, 2008).

Os quimioterápicos quando aplicados diretamente na água são disseminados por todo o curso hídrico (BOTELHO et al., 2012), e assim entrando em contato com outros seres vivos, não só isso, mas quando o ambiente são mares e rios, os produtos entram em contato com vários outros organismos, e quando se localizam próximos a cursos de rios, dependendo do regime de chuvas, pode ocorrer transbordamento disseminando, assim, os agentes controladores de doenças (BOTELHO et al., 2012).

Dentro deste contexto, surgiu a necessidade de se estudar os efeitos causados pela utilização destes quimioterápicos, estudos estes que vêm de encontro com os preceitos da ecotoxicologia que busca avaliar o uso e a disposição de substâncias que possam causar problemas (direta ou indiretamente) aos ecossistemas, assim como seus efeitos nos organismos vivos (ROCHA, 2009). Para tanto é necessário que se utilizem biomarcadores para fins de avaliação da mortalidade dos peixes.

Com o intuito de alertar produtores, consumidores e os demais profissionais envolvidos na cadeia piscícola sobre os possíveis efeitos negativos da utilização de quimioterápicos no controle de parasitoses, o presente estudo visa investigar a taxa de mortalidade do composto químico, triclorfon, recomendado nos sistemas de produção, sobre o pintado (*Pseudoplatystoma corruscans*).

1.1 TEMA DA PESQUISA

O estudo da concentração letal em peixes estabelece parâmetros quanto à resistência do animal à determinado agente químico, bem como os efeitos desse



agente no organismo do animal, a fim de se obter a concentração ideal do produto, minimizando seus efeitos nocivos.

1.2 PROBLEMA

Níveis elevados de organofosforados na água podem ser altamente prejudiciais a saúde do animal, podendo-o levar a alterações em seu organismo e até a morte do mesmo. Porém, existem diferenças genéticas entre as diferentes espécies de peixes, o que leva a crer que a concentração letal seja obtida em níveis diferentes nas diversas espécies.

Além disso, mesmo que o nível de organofosforado seja baixo, é possível que os animais o concentrem em níveis letais, devido à grande quantidade de água que é filtrada por esses animais vivendo em criatórios e, pelo tempo de exposição essa quantidade se acumula em seu organismo.

O pintado ainda é um peixe pouco estudado, o que gera uma dúvida quanto à tolerância desse peixe em relação a agroquímicos em geral e uma dosagem ideal que possa ser utilizada por produtores.

Em função do tempo de exposição, qual a concentração letal do organofosforado triclorfon em juvenis de pintado?

1.3 HIPOTESE / PREMISA

A importância em se avaliar a concentração letal de agentes químicos em seres vivos se deve ao fato de estabelecer uma base tolerável ao animal sem que o produto o leve a morte. Levar esse fato ao contexto produtivo é de extremo interesse, pois como os produtos químicos são recomendados, conhecer o limite de seu uso pode evitar graves perdas aos produtores.

Em piscicultura, como os produtos são aplicados na água, os peixes acabam filtrando-o, absorvendo e acumulando-o, elevando assim a quantidade tolerável pelo organismo do peixe, podendo se tornar letal de acordo com o tempo de exposição do animal ao agente químico.



O triclorfon, por ser um organofosforado, pode alterar significativamente o metabolismo de seres vivos complexos como o pintado. Mesmo com tempo de persistência menor em relação aos organoclorados, ele ainda permanece no ambiente por tempo suficiente para prejudicar o juvenil de pintado podendo, de acordo com a concentração, levá-lo a morte.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo geral

O trabalho visou entender o efeito toxicológico causado pelo uso do triclorfon em juvenis de pintado por meio da avaliação da mortalidade dos peixes em diferentes concentrações do produto.

1.4.2 Objetivo específico

- ✓ Avaliar a concentração letal média em 96 horas (CL_{50-96h}).



1.5 JUSTIFICATIVA

Levar alimento a uma população cada vez maior é um desafio para governo, produtores e demais profissionais envolvidos na área, e quando se fala em aliar quantidade e qualidade torna-se uma tarefa realmente difícil. Para alcançar o equilíbrio entre os dois fatores é necessário a produção de conhecimento científico sobre as diversas opções de alimentos existentes.

De acordo com Maximiano et al. (2005), o confinamento dos peixes em tanques, com alta densidade populacional, e a introdução de espécies exóticas, sem os cuidados sanitários necessários, criam condições que facilitam a introdução de patógenos (CAVICHIOLO et al., 2002). Para prevenir e controlar os danos decorrentes, os criadores têm utilizado produtos químicos, tais como o triclorfon, de forma indiscriminada (MAXIMIANO et al., 2005).

Grande parte das inovações tecnológicas utilizadas na produção geram graves consequências ambientais e, inevitavelmente, quem mais sofre é o ambiente aquático, onde são depositados todos os sedimentos e resíduos da exploração agrícola. Em propriedades nas quais possuem tanto produção agrícola quanto produção piscícola, é inevitável que ocorra algum tipo de contaminação da água, tanto pela exploração agrícola quanto pela própria produção aquícola.

Devido à necessidade de preservação e manutenção da qualidade da água, estudos de medição de níveis toleráveis pelos seres aquáticos devem ser realizados, estudos esses que são focados pela ecotoxicologia que descreve a relação entre os poluentes químicos, o ambiente em que são liberados e a biota naquele ambiente (CARVALHO & PIVOTO, 2011).

Os prejuízos ocasionados pelo uso indiscriminado de produtos químicos na agricultura estão despertando a atenção de órgãos e governos para buscar uma melhor forma de reverter o quadro e garantir uma eficiência produtiva aliada ao menor impacto ambiental possível. Em piscicultura também são utilizados agentes químicos para controle de parasitoses e que, da mesma forma, são usados indiscriminadamente causando possíveis danos aos animais. No ambiente aquático,



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO - MEC
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA – SETEC
IFTO – CAMPUS PALMAS
DIRETORIA DE ENSINO
COORDENAÇÃO DA ÁREA DE RECURSOS NATURAIS



RECURSOS NATURAIS

os defensivos agrícolas provocam impactos em múltiplos níveis, incluindo moléculas, tecidos, órgãos, indivíduos, populações e comunidades (GRISOLIA, 2005). Avaliar a concentração letal é uma excelente ferramenta para conhecer a resistência do animal a um produto e obter a quantidade ideal de sua aplicação.



2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 – Degradação dos recursos hídricos e a piscicultura

De acordo Nass (2002) poluição é “uma alteração ecológica, ou seja, uma alteração na relação entre os seres vivos, provocada pelo ser humano”, e é um assunto que tem sido debatido com frequência nos dias atuais. Poluição do ar, da água, do solo, enfim a atividade humana aliada ao aumento populacional e ao consumo per capita são grandes geradores de problemas ambientais (GOLDEMBERG, 2008).

Nesse contexto, a água é um dos recursos que mais vem sofrendo ameaças pela ação do homem (MORAES & JORDÃO 2002). Grande parte dos resíduos gerados pelo homem causam contaminação direta ou indiretamente. Segundo Veiga (2006) os defensivos agrícolas são grandes poluidores do ambiente aquático graças a sua alta solubilidade em água.

Os defensivos conseguem alcançar o ambiente de diversas formas: pela lixiviação de moléculas persistentes que são adsorvidas no solo para lençóis subterrâneos ou para águas superficiais, onde uma vez na água, pode tanto se ligar ao material particulado em suspensão, como se depositar no sedimento do fundo ou ser absorvido por organismos, podendo então serem intoxicados ou acumulados (SILVIA & SANTOS, 2007), e pelo ar, onde na forma de vapor ou gás atingem áreas muito distantes das de origem (SANCHES, 2003).

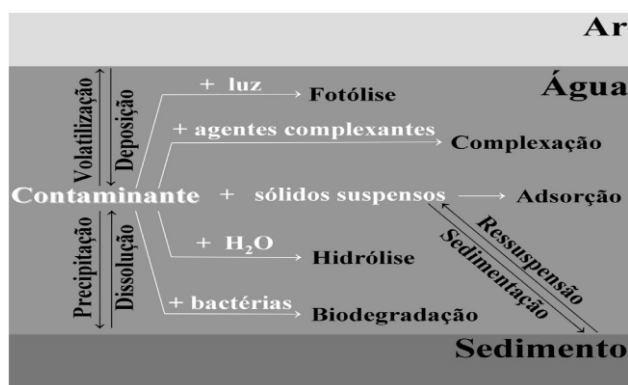


Figura 1 - Processos de transporte e transformação que ocorrem no ambiente (adaptado de Costa et al., 2008)



Em piscicultura não é diferente, pois além de ser uma reserva de água sujeita a contaminações, ainda gera mais contaminação pela continuidade da rede hidrográfica, levando à contaminação animais que permanecem distantes da origem da poluição (RODRIGUES et al., 1997).

Em sistemas piscícola, parasitas e agentes patogênicos tem sua penetração no organismo do peixe facilitada pelo confinamento em tanques, pela alta densidade populacional e pela introdução de espécies exóticas, sem os cuidados sanitários necessários (THOMAZ, 2010). Então, existindo a necessidade de controlar a quantidade de parasitas, é necessária a intervenção humana, por meio do uso de produtos químicos os quais são utilizados, comumente, de forma indiscriminada (MAXIMIANO et al., 2005). Além disso, o controle ineficiente a respeito do uso destas substâncias torna mais difícil a implementação de uma legislação eficiente, ocorrendo com maior frequência nos países em desenvolvimento (MAXIMIANO et al., 2005).

2.2 – Organofosforados na piscicultura

Atualmente, a piscicultura é uma excelente forma de provimento de alimentos com alto valor nutritivo e baixo valor calórico. Porém, o aproveitamento racional e otimizado desse potencial ainda está subdesenvolvido, ocasionando uma série de problemas de ordem técnica e ambiental (QUEIROZ et al., 2002). Ao longo do tempo, a piscicultura vem enfrentando problemas relacionados não só com a alimentação, mas com doenças e qualidade da água, problemas esse que trazem consigo grandes despesas econômicas (PAVANELLI et al., 2002).

Entre os fatores que contribuem com a qualidade da água está a contaminação da água por agroquímicos (RODRIGUES et al. 1997). Os agroquímicos utilizados podem ser classificados conforme sua estrutura química em organofosforados, organoclorados, carbamatos, piretróides e outros (ITAL, 1989).

Usados sem cuidados e técnicas adequadas para controlar as ectoparasitoses, o uso de agroquímicos em piscicultura tem resultado em poluição ambiental, contaminação dos peixes de cultivo e de todos os organismos envolvidos



na cadeia alimentar aquática (RANZANI - PAIVA et al., 1997 & RODRIGUES et al., 1997).

Os inseticidas organofosforados destacam-se como os agentes químicos mais utilizados em piscicultura para o controle das ectoparasitoses (MATAQUEIRO, 2002). Embora os organofosforados apresentem uma persistência no ambiente bem menor do que os organoclorados (VARÓ et al., 2000; PEHKONEN & ZHANG, 2002), eles ainda causam enormes problemas, como a poluição ambiental, a contaminação dos peixes em cultivo e de outros organismos também inseridos no meio aquático (RANZANI-PAIVA et al., 1997 & RODRIGUES et al., 1997).

2.3 – Uso do triclorfon e seus efeitos

O triclorfon é um organofosforado largamente utilizado em todas as áreas da agricultura e pecuária, inclusive é recomendado por autores como Pavanelli et al. (2002) e pelo MCT (2004) como forma de controle de ectoparasitas em piscicultura.

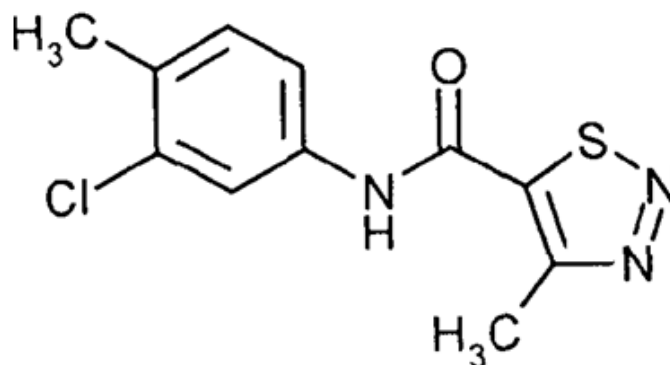


Figura 2 - Fórmula estrutural do triclorfon: C₄H₈Cl₃O₄P (adaptado de BAYER INTELLECTUAL PROPERTY GMBH, 2010)

As características principais do produto comercial são:

Nome comercial: Neguvon®

Sinonímias: Dipterex®, Tugon®, Dylox® e Metrifonato®.

Nome comum: Triclorfon



IUPAC: dimetil (RS)-2,2,2-tricloro-1-hidroxietilfosfanato

Fórmula bruta: C₄H₈Cl₃O₄P

Classe de uso: Inseticida fitossanitário, bernicida e vermífugo zoonossanitário organofosforado.

Classe toxicológica: Produto Técnico Classe II

No Brasil, o triclorfon é utilizado no controle de infestações por *Argulus* sp, *Lernaea* SP e também por parasitas monogenéticos (girodactíleos e dactilogirídeos), tipos ectoparasitas bastante comuns e encontrados em diversas espécies de peixes (PAVANELLI, 2002). O tratamento dos peixes pode ser feito interna ou externamente. Quando o tratamento é feito de forma externa, pode-se utilizar a administração de inseticidas na água. Esse método é denominado de banho e pode ser de longa duração em recipiente de tratamento, onde os peixes são expostos ao inseticida até total renovação da água (MATAQUEIRO, 2002). O banho também pode ser de curta duração, onde os peixes são mantidos em uma solução tóxica na concentração recomendada por períodos de até 60 minutos (MATAQUEIRO, 2002).

Segundo Arauco (2002), o uso desse agente químico no ambiente aquático pode alterar a composição natural da flora e fauna aquática. Além da intoxicação aguda, resultante da exposição a substâncias químicas, os organismos aquáticos podem sofrer intoxicação crônica quando expostos por prolongados períodos de tempo a concentrações subletais (ARAUCO, 2002; PRIMACK & RODRIGUES, 2001).

2.4 – Ecotoxicologia e o teste de toxicidade aguda

O termo ecotoxicologia foi sugerido pela primeira vez pelo toxicologista francês René Truhaut em um evento, A reunião do “Committee of the International Council of Scientific Unions” (ICSU) (ROCHA, 2009). Então, René Truhaut se tornou o responsável pela organização do grupo de trabalho formado tempos depois ao evento, o Comitê Científico do ICSU sobre os Problemas Ambientais (SCOPE), que teria como foco o estudo da ciência recém criada (TRUHAUT, 1997 apud ZAGATO, 2006).



Segundo Ronco et al. (2004) e Kendall et al. (2001) ecotoxicologia “é uma área especializada da toxicologia ambiental que centra seus estudos nos efeitos ocasionados por agentes químicos e físicos sobre a dinâmica de populações e comunidades integrantes de ecossistemas definidos”. Sendo definida como a ciência que tem por objetivo estudar as modalidades de contaminação do ambiente pelos poluentes naturais ou sintéticos, produzidos por atividades humanas, seus mecanismos de ação e seus efeitos sobre o conjunto de seres vivos que habitam a biosfera (ZAGATO, 2006).

Para isso são necessárias a criação de medidas de avaliação e gerenciamento dos riscos ao homem e aos sistemas naturais (ROCHA, 2009) e de ferramentas que possam quantificar os danos causados ao ambiente e aos seres aquáticos. Na avaliação de parâmetros ecotoxicológicos são usados diversos fatores, um deles é a observação das alterações sofridas nos peixes devido à presença de xenobióticos no ambiente aquático (THOMAZ, 2008) .

A preocupação com o controle de riscos à saúde humana e com a manutenção da qualidade dos ambientes naturais acarretou a construção de uma legislação brasileira para avaliar o risco ambiental dos agentes químicos, conforme cita Mataqueiro (2002). Assim entram os testes de toxicidade, com o intuito de medir os efeitos de substâncias particulares e de águas contaminadas (COSTA et al., 2008).

Assim, nesse contexto é interessante ressaltar que por meio dos testes de avaliação da toxicidade determina-se o tempo e as concentrações em que o agente químico é potencialmente prejudicial para determinado organismo (ARAUCO, 2002). Além disso, os testes de toxicidade são usados para avaliar a poluição do corpo de água quando os testes químicos e físicos não são suficientes para avaliar os efeitos potenciais sobre a biota aquática e, conseqüentemente, estabelecer procedimentos para protegê-la (GOLSTEIN et al, 1983).

Na avaliação da toxicidade existem dois testes: o teste de toxicidade crônica e o de toxicidade aguda. Os testes de toxicidade aguda são utilizados para medir os efeitos de agentes químicos sobre espécies aquáticas durante um curto período de tempo em relação ao período de vida do organismo-teste (COSTA et al., 2008).



Dentre os teste de toxicidade aguda, frequentemente é utilizado o da Concentração Letal Média (CL_{50}) que consiste na concentração de amostra que causa mortalidade de 50% dos organismos no tempo de exposição e nas condições do teste entre 24-96 h (COSTA et al., 2008; ARAUCO, 2002). Dentre os métodos para determinar CL_{50} e CE_{50} encontram-se o método Probit, o método Logit e os métodos Spearman-Kärber e *trimmed* Spearman-Kärber (COSTA et al., 2008; AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION, 2008).

Os dois primeiros são métodos paramétricos que transformam os dados da curva dose-resposta em uma função matemática conhecida ou esperada antes dos valores de CL_{50} e CE_{50} serem estimados. Apresentam deficiências para contornar as anomalias apresentadas por alguns dados e não são válidos para curvas dose-resposta assimétricas. Os métodos Spearman-Kärber e *trimmed* Spearman-Kärber são métodos não paramétricos que não estão sujeitos a esses problemas, têm boas propriedades estatísticas, são fáceis de usar e recomendados para cálculos precisos de CE_{50} e CL_{50} com intervalo de confiança de 95%. Eles são válidos para curvas dose-resposta simétricas e assimétricas. A única limitação desses métodos em relação aos métodos paramétricos é que devem cobrir o intervalo de zero a 100% de mortalidade ou de efeito agudo.



3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 – Organismo teste

P. corruscans, o Pintado, é um Siluriformes da família Pimelodidae, que realiza movimentos migratórios periódicos para a reprodução (LOWE-MCCONNEL, 1975). É um peixe de grande porte que apresenta manchas escuras arredondadas pelo corpo, ocorre mais ao sul, sendo presente nas bacias dos rios Paraná e São Francisco (LUNDBERG & LITTMANN, 2003). É uma espécie fluvial de couro com hábitos noturnos. Apresenta cabeça achatada e volumosa tomando boa parte do corpo. A coloração é cinza-parda, ventre esbranquiçado e pequenas manchas pretas arredondadas, inclusive nas nadadeiras. Freqüentador do fundo dos rios, tem longos barbilhões e sua carne é de excelente qualidade (GONÇALVES & CARNEIRO, 2003). Toleram bem a queda de temperatura até valores ao redor de 14 °C (KUBITZA et al. 1998).



Figura 2 – Exemplar de pintado, *P. corruscans* (EMBRAPA PANTANAL, 2014).

É um dos maiores peixes do Brasil, normalmente atinge 1m de comprimento, pesando entre 60 kg e 80 kg. Mas há registros de exemplares com mais de 2m pesando 100 kg. Vivem em entradas de corixos, poços profundos e leito dos rios. Conforme o constatado por Campos (2003 e 2005) está despertando o interesse para sua criação em sistema intensivo, impulsionado pelo domínio das técnicas de propagação artificial e condicionamento alimentar destas espécies, principalmente, por empreendimentos privados.



3.2 – Coleta e manutenção dos animais

Foram utilizados 150 exemplares de *P. corruscans*, coletados em piscicultura na região de Brejinho de Nazaré - TO e transferidos para o laboratório de Morfologia e Bioquímica da Universidade Federal do Tocantins, *Campus Araguaína*, permanecendo em caixas de 500 L, à temperatura de aproximadamente 25 °C durante vinte dias para aclimação. Os espécimes utilizados foram juvenis (Wt: 49,1 ± 11,0 g, Lt: 12,0 ± 2,0 cm), sem distinção de sexo e alimentados com ração balanceada. O fotoperíodo foi de 12 horas luz.

O processo de aclimação iniciou-se com o acondicionamento dos peixes em caixas de fibra de 500 litros, estocados de acordo com as densidades de 1,0 grama de peixe por litro, com renovação de aproximadamente 20% do total do volume por dia. Durante o período de vinte dias, os animais ficaram em observação para determinar possíveis doenças, presença de parasitas ou danos físicos e recuperação do estresse da captura e transporte. A alimentação foi fornecida em forma de ração extrusada, com 36% de proteína bruta, *ad libitum*, a qual foi interrompida 24 horas antes do início do experimento (ROCHA, 2009). Durante o teste de toxicidade aguda, os juvenis permaneceram nas caixas de fibra com volume total de 500 litros (10 animais/caixa), dotadas de aeração artificial e em jejum.

3.3 - Determinação da CL_{50-96h}

No presente trabalho foi utilizada a formulação comercial do pesticida organofosforado triclorfon (dimetil 2,2,2, tricloro-1-hidroximetil fosfonato, C₄H₈CL₃O₄P), Neguvon® - Bayer, encontrado na forma de pó sendo utilizado na piscicultura para controlar ectoparasitas.

O teste para avaliação da toxicidade aguda utilizado foi o CL_{50-96h}. Os animais do grupo controle e expostos ao inseticida permaneceram em sistema semi-estático durante 96 horas. Foram realizados testes preliminares para determinação das faixas de concentração letal do inseticida. Com base na menor concentração letal



dos testes preliminares, calculou-se as concentrações definitivas, sendo utilizado o fator dois como base nas determinações das concentrações a serem testadas.

O monitoramento das variáveis físico-químicas da água como temperatura ($^{\circ}\text{C}$), condutividade elétrica (μScm^{-1}), pH e oxigênio dissolvido (mg L^{-1}), iniciou-se após duas horas da contaminação, e posteriormente, a cada 24 horas. A mortalidade foi avaliada a cada hora durante o período experimental, sendo os indivíduos mortos retirados das caixas. A $\text{CL}_{50-96\text{h}}$ foi determinada pelo método estatístico Trimmed Spearman Karber, com limite de 95% de confiança (HAMILTON et al., 1977).



4. RESULTADOS

4.1 – Caracterização físico-química da água

Os parâmetros físico-químicos (oxigênio, temperatura, pH, condutividade) da água utilizada no teste de toxicidade para pintado estão descritos na Tabela 1. Esses resultados encontram-se dentro da faixa determinada como adequada para peixes de água doce (MOREIRA *et al.*, 2001; ARANA, 2004). Ao longo do período experimental não apresentaram variações que comprometessem os animais.

Tabela 1 – Valores das variáveis físico-químicas da água (media $\pm$ SD) no teste de toxicidade em pintado (*P. corruscans*), exposto ao triclorfon.

Concentração de triclorfon mg L ⁻¹	Oxigênio (mg L ⁻¹)	Temperatura (°C)	pH	Condutividade (uS/cm)
Controle	8,46 $\pm$ 1,40	23,00 $\pm$ 2,24	6,82 $\pm$ 0,18	17,86 $\pm$ 0,42
0,125	6,68 $\pm$ 1,50	24,68 $\pm$ 1,92	6,35 $\pm$ 0,27	18,21 $\pm$ 0,47
0,25	7,79 $\pm$ 1,26	24,56 $\pm$ 2,01	6,43 $\pm$ 0,32	18,16 $\pm$ 0,32
0,51	7,15 $\pm$ 1,60	24,78 $\pm$ 2,05	6,61 $\pm$ 0,16	17,33 $\pm$ 0,43
1,00	7,32 $\pm$ 0,86	24,58 $\pm$ 1,91	6,24 $\pm$ 0,33	18,10 $\pm$ 0,16

4.2 – Concentração letal média (CL_{50-96h})

Os resultados de mortalidade para juvenis de pintado expostos a diferentes concentrações de triclorfon estão apresentadas na Tabela 2. A mortalidade foi observada apenas na concentração 1,00 mg L⁻¹ a partir de 48 horas de exposição até completar-se as 96 horas.



Tabela 2 - Mortalidade (%) de juvenis de pintado nas diferentes concentrações de triclorfon durante a determinação da CL_{50-96h}.

Tratamentos (mg L ⁻¹)	Mortalidade acumulativa (%) tempo em horas												
	24			48			72			96			Média
Repetições	R ₁	R ₂	R ₃	R ₁	R ₂	R ₃	R ₁	R ₂	R ₃	R ₁	R ₂	R ₃	
Controle	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.125	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.00	0	0	0	0	0	60	50	0	40	20	40	0	70

Sinais de intoxicação do pintado pelo inseticida foram observados após 48 horas de exposição, verificando movimentos natatórios erráticos e espasmos musculares nos animais submetidos às concentrações 0.50 e 1.00 mg L⁻¹. Nas demais concentrações também observou-se movimentos natatórios erráticos no período de 72 horas após a contaminação e espasmos musculares ao final do período experimental, exceto para concentração 0,125 mg L⁻¹, que não apresentou espasmos musculares.

A concentração letal CL_{50-96h} determinada no experimento para o *P. corruscans* foi de 0.82 mg L⁻¹, com R² = 0.7813. A curva de regressão linear (95% de limite de confiança) estimada para a mortalidade dessa espécie está apresentada na Figura 4.

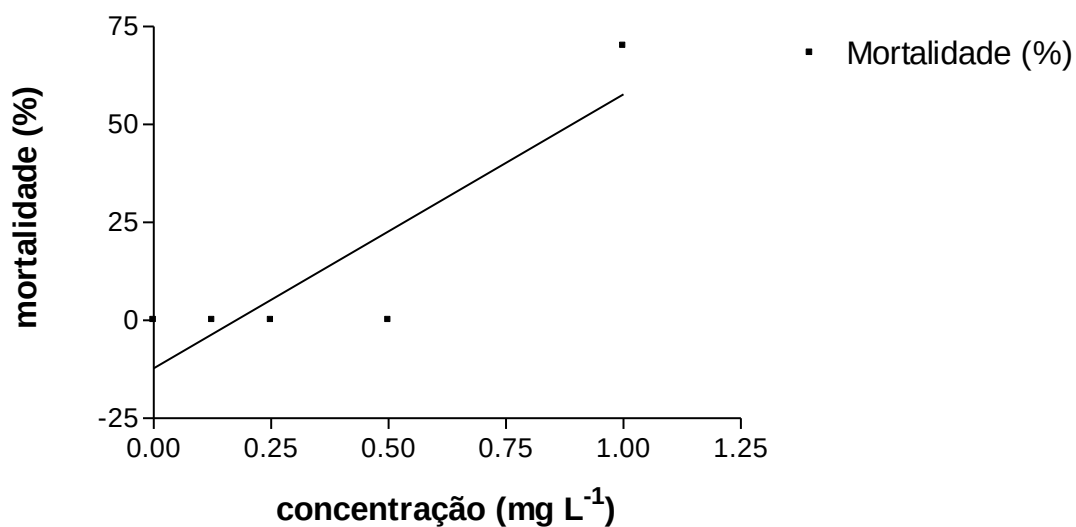


Figura 4 - Curva de regressão linear estimada para a mortalidade de pintado, *P. corruscans*, exposto a diferentes concentrações de triclorfon.



5. Discussão

A presença do triclorfon na água não causou alterações nos parâmetros de qualidade da água (Tabela 1) durante o período experimental, estando todos dentro dos níveis considerados ideais para o cultivo de peixes (BOYD, 1982).

A toxicidade do triclorfon foi descrita por outros autores para vários organismos aquáticos. Na Tabela 8 encontram-se espécies de peixes submetidos a testes de toxicidade para o triclorfon.

Tabela 3 – Toxicidade aguda ao triclorfon para espécies de peixes – CL_{50-96h}

Espécie	Tempo de exposição	mg L ⁻¹	Referência
<i>Cyprinus carpio</i>	24 h	15,0	International Prog. on Chem. Safety, 1992
<i>Pimephales promelas</i>	96 h	51,0	International Prog. on Chem. Safety, 1992
<i>Cichlasoma urothalmus</i>	24 h	26,54	Flores-Nava & Vizcarra-Quiroz, 1988
<i>Piaractus Mesopotamicus</i>	96 h	0,1906	Mataqueiro, 2006
<i>Piaractus mesopotamicus</i>	96 h	0,23	Lopes, 2005
<i>Prochilodus magdalenae</i>	96 h	0.495	Lozano <i>et al.</i> , 2003
<i>C. macropomum</i>	96h	0,82	Rocha, 2009
<i>P. corruscans</i>	96h	0,82	Presente estudo

Os testes de toxicidade permitem o cálculo da CL_{50-96h}, que por sua vez, indica qual é a dose limite considerada letal (HEATH, 1995). A CL_{50-96h} encontrada para o pintado foi de 0,82 mg L⁻¹. Dados citados na literatura (Tabela 3) mostram uma variação da CL_{50-96h} triclorfon que vai de 0,1906 mg L⁻¹ para *Piaractus mesopotamicus* (MATAQUEIRO, 2006) a 51,0 mg L⁻¹ para *P. promodelas* (INTERNATIONAL PROG. ON CHEM. SAFETY, 1992).



No entanto, as espécies *P. promodelas*, *C. uruphthalmus* e *P. magdalenae* (Tabela 3) vivem sob condições ambientais (temperatura, alcalinidade, pH,) distintas das nativas da fauna brasileira. A maioria dos estudos de toxicidade aguda com o triclorfon refere-se a espécies de clima temperado, poucos foram encontrados em espécies de clima tropical. Ensaio com espécies nativas foram realizados Miyazaki *et al.* (2004) e Rocha (2009), com o tambaqui e, de acordo com os resultados apontados por eles e pelo presente trabalho, levanta-se a hipótese de que os peixes tropicais possuem uma resistência menor ao triclorfon do que os de clima temperado.

As taxas de mortalidade em *P. corruscans* demonstram que apenas os animais expostos a maior concentração (1.00 mg L^{-1}) morreram ao longo do período experimental. O valor obtido de CL_{50-96h} para pintado diferencia do pacu, demonstrando maior tolerância ao triclorfon. Segundo Cruz (2005), para *P. mesopotamicus* (pacu), na fase juvenil a concentração letal CL_{50-96h} calculada foi de $3,97 \text{ mg L}^{-1}$ e para alevinos $9,89 \text{ mg L}^{-1}$. Estes resultados confirmam que o tratamento na dosagem máxima de $0,25 \text{ mg L}^{-1}$ em banhos de longa duração, recomendada por Kubitza & Kubitza (2004) não causam mortalidades em *P. corruscans*. De acordo com Alexandrino & Raia (1997) os tipos de tratamentos são classificados em: banho de longa duração (24 a 48 horas); banhos curtos (30 a 60 minutos); banhos de imersão (1 a 10 minutos).

Os resultados mostraram que os pintados foram negativamente afetados pela ação do quimioterápico triclorfon. A partir de 48 horas, os animais das concentrações 0,5 e 1,0 apresentaram natação errática e perda de equilíbrio, e após 72 horas todos os animais do grupo tratamento foram afetados com os mesmos sintomas. As alterações comportamentais foram as primeiras a ocorrerem quando os animais detectaram a presença do quimioterápico. O aumento da toxicidade não foi relacionado com as pequenas alterações nas características da água. De acordo com essas observações, nota-se que o presente trabalho foi realizado em condições ideais para avaliação de toxicidade. De acordo com Heath (1995), os organofosforados parecem inibir o consumo de O_2 e, portanto, a taxa metabólica *in vivo*.



Nesse sentido, segundo GERAIS (2012), as brânquias e o trato digestivo representam as principais vias de absorção de contaminantes inorgânicos e orgânicos, sendo que pelas brânquias os peixes pegariam os xenobióticos presentes na água e no sedimento.

Em curimatá (*Prochilodus lineatus*), o triclorfon induziu alterações comportamentais como agitação, incoordenação dos movimentos, respiração superficial e aumento da amplitude opercular (THOMAZ, 2008). Efeitos semelhantes foram observados nos animais do presente estudo. Em relação ao movimento natatório, foi observada uma diminuição do mesmo que, segundo Silva (2010), pode ser explicada como comportamento adaptativo ao estresse devido à possível realocação de energia para outros processos fisiológicos, resultando em menor quantidade de energia para a locomoção. Portanto pode-se concluir que o estresse causado pela adaptação do pintado a mudança na qualidade da água influenciou em seu movimento natatório causando uma diminuição do mesmo e podendo atrapalhar nas simples atividades do animal como se alimentar e, levando em conta a extrema importância da alimentação em uma atividade piscícola, a redução do movimento natatório pode significar em prejuízo para o produtor.

Os inseticidas organofosforados agem no sistema nervoso central, inibindo as enzimas colinesterases. Dentro dos neurônios, os sinais são transmitidos por impulsos elétricos mediante íons de sódio com carga positiva. Chegando aos nós sinápticos, os impulsos elétricos excitam as vesículas que repassam os sinais por mensageiros químicos para as células seguintes. As células nervosas usam diversos tipos de mensageiros químicos, sendo mais conhecidos o ácido gamaaminobutírico (GABA) que comunica as células nervosas com células musculares e a acetilcolina, que transmite sinais entre células nervosas. Assim que o sinal químico é transmitido, a acetilcolina é removida da sinapse pela enzima colinesterase, deixando-a pronta para novo sinal. A sequência desses eventos acontece em frações de segundo. A inibição da atividade dessa enzima leva ao acúmulo de acetilcolina, provocando estimulação descontrolada do sistema nervoso (COUTINHO et al, 2005).

É sugestivo que a atividade enzimática da colinesterase seja dependente do tipo de inseticida, das diferentes espécies de peixe ou do tipo de tecido analisado.



(PIMPÃO, 2006). Em altas concentrações, o triclorfon inibe a acetilcolinesterase cerebral em peixes (DUNIER et al. 1991). Os movimentos natatórios erráticos e espasmos musculares observados nos animais em estudo podem ter sido sintomas da inibição dessa enzima. Segundo Finlayson & Rudnicki (1985), embora resíduos de organofosforados na água e nos peixes frequentemente desapareçam após alguns dias, a atividade da acetilcolinesterase cerebral permanece inibida por algumas semanas, o que significa que mesmo após o término do tratamento com o quimioterápico, o animal ainda pode apresentar os sintomas característicos da exposição por um período prolongado de tempo.

O valor da concentração ambiental estimada (CAE) para o triclorfon de 0,13 mg/L, é o valor mais baixo de concentração na qual é recomendado para o controle de *Lernea* sp., *Argulus* sp. e *Ergasilus* sp.; todos parasitas de peixes KUBITZA e Kubitza (1999) e Pavanelli et al., (1999), demonstrando que o pintado, possuindo um valor de CL_{50} de 0,82 mg L⁻¹ suporta a utilização do triclorfon em níveis recomendados para o controle das parasitoses. De acordo com a classificação proposta por Guimarães (1996) para avaliação da periculosidade dos xenobióticos para peixes, os defensivos são classificados em classes, variando de I a IV, e esta classificação baseia-se nos valores de CL_{50} obtidos experimentalmente.

O valor de 0,82 mg L⁻¹ obtido do triclorfon no presente estudo o enquadra na faixa de produto de alta periculosidade, classe II (CE_{50-96} h entre 0,1 – 10 ppm). O triclorfon também foi classificado como de alta periculosidade ambiental quanto à toxicidade aguda as espécies de peixes tambaqui e tambacu, segundo o critério de classificação de Guimarães (1996). Esta classificação também foi realizada por Ferreira (1998) que classificou a recomendações do triclorfon como de alta periculosidade ambiental para peixes da espécie guaru (*Poecilia reticulata*). O triclorfon também foi classificado como de alta periculosidade ambiental por Miyazaki (1998) que avaliou a toxicidade aguda do triclorfon para o pacu (*Colossoma macropomum*) e para o tambaqui (*Colossoma macropomum* X *Piaractus mesopotamicus*), evidenciando o grau de periculosidade do mesmo a diferentes espécies de peixes.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO - MEC
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA – SETEC
IFTO – CAMPUS PALMAS
DIRETORIA DE ENSINO
COORDENAÇÃO DA ÁREA DE RECURSOS NATURAIS



As águas onde o triclorfon for utilizado em diluições igual ou superior a CAE considerado de 0,13 mg/L devem ser descartadas de forma a não atingirem os ambientes aquáticos, pois classificam-se como de alto risco de intoxicação ambiental. Para Who (1992) as concentrações máximas permitidas para tratamento de parasitoses em peixes está na faixa que vai de 0,2 a 2,00 mg L⁻¹ de triclorfon, já a resolução CONAMA nº 20 (BRASIL, 1986) determina que a concentração limite de organofosforados em águas da classe 1 (destinadas à criação natural e ou intensiva de espécies destinadas a alimentação humana) é de 0,01 mg L⁻¹. Todas as concentrações letais médias citadas na literatura, inclusive a obtida no presente estudo, encontram-se acima da recomendação da legislação brasileira. Os riscos da utilização do triclorfon nas piscigranjas não se restringem apenas a morte dos peixes, mas também há a possibilidade de se encontrar resíduos nos peixes de consumo humano (MIYASAKI, 1998).



6. CONCLUSÃO

- O pintado mostrou-se tolerante a utilização do triclorfon em níveis recomendados para o controle das parasitoses, no entanto, nas demais concentrações, ocorreram espasmos musculares e movimentos natatórios erráticos após as 72h, podendo ser um indicativo de intoxicação ao produto.
- A concentração letal média obtida para pintado (*P. corruscans*) exposto ao triclorfon é de 0,82 mg L⁻¹;



7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALEXANDRINO, Agar Costa, RAIA Jr., Roberto Bellizia. **Patologia dos peixes**. São Paulo: 1997 (apostila) 46p. p.31.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION, AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION, WATER ENVIRONMENT FEDERATION; **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**, 20th ed., American Public Health Association: Washington, 1998.

ARANA, L. V. **Princípios químicos de qualidade da água em aquicultura**: uma revisão para peixes e camarões. Florianópolis: Editora da UFSC, 2004. 231p.

ARAUCO, L. R. R., FURUSAWA, A., TACHIBANA, L., LEONARDO, A. F. G.. **Toxicidade aguda do sulfato de cobre e do triclorfon para três espécies de daphnias em presença e ausência de sedimento**. Tese de Doutorado. Universidade Estadual Paulista, Centro de Aquicultura, 2002.

ARAUCO, L. R. R.; CRUZ, C.; MACHADO-NETO, J. G. Efeito da presença de sedimento na toxicidade aguda do sulfato de cobre e do triclorfon para três espécies de Daphnia. Pesticidas: **Rev. Ecotoxicol. e Meio Ambiente**, v. 15, p.55-64, 2005.

AZEVEDO, F. A.; CHASIN, A. M. **As bases toxicológicas da ecotoxicologia**. São Carlos: RiMa, 340p, 2003.

BAYER INTELLECTUAL PROPERTY GMBH. Valerie Toquin, Viviane Bozek, Catherine Sirven, Karl-Wilhelm Münks, Lino Miguel Dias, Hiroyuki Hadano, Haruko Sawada, Gilbert Labourdette. **Use of isothiazolecarboxamides to create latent host defenses in a plant**. EP2654426 A2, 21 dez. 2010, 19 dez. 2011. Disponível em: <<http://www.google.com/patents/EP2654426A2?cl=en>>. Acesso em: 30 junho 2014.



BERTOLETTI, E. Toxicidade e concentração de agentes tóxicos em efluentes industriais. **Ciência e Cultura**, v. 42, n. 3/4, p 271-7, 1990.

BOTELHO, R. G.; ALVES, P. A. T.; MARANHO, L. A.; MONTEIRO, S. H.; SOUSA, B. I. A.; AVELAR, D. S.; TORNISIELO, V. L. **Prós e contras da aplicação de pesticidas na aquicultura**. *Aquicultura*, 45, 2012.

BOYD, C. E. Water quality management for pond fish culture. Amsterdam: **Elsevier Publishing Company**, 1982. 318p.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Portaria n.20, de 30 de julho de 1986**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. 1986.

CARVALHO, N. L.; PIVOTO, T. S. **ECOTOXICOLOGIA: CONCEITOS, ABRANGÊNCIA E IMPORTÂNCIA AGRONÔMICA**. *Revista Monografias Ambientais*, 2(2), 176-192, 2011.

CAVICHIOLO, F.; VARGAS, L.; RIBEIRO, R. P.; MOREIRA, H. L. M.; LEONARDO, J. M. Níveis de suplementação de vitamina C na ração sobre a ocorrência de ectoparasitas, sobrevivência e biomassa em alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.). **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, 24, 957-964, 2008.

COSTA, C. R., OLIVI, P.; BOTTA, C. M., ESPINDOLA, E. L.. A toxicidade em ambientes aquáticos: discussão e métodos de avaliação. **Química Nova**, v. 31, n. 7, p. 1820-1830, 2008.

COUTINHO, C.F.B. et. al.; Pesticidas: mecanismo de ação, degradação e toxidez. Pesticidas: Rev. Ecotoxicol. e Meio Ambiente, Curitiba, v.15, p. 65-72, jan/Vdez. 2005.



CRUZ, C. Aspectos toxicológicos de paration metílico e de extrato aquoso de folhas secas de nim (*Azadirachta indica*) para o pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e eficácia no controle de monogenea Dactylogyridae. **Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Aquicultura da Universidade Estadual Paulista**. Jacoticabal. 2005.

DUNIER, M.; SIWICKI, A.K.; DEMAEL, A. Effects of organophosphorus insecticides: effects of trichlorfon and dichlorvos on the immune responses of carp (*Cyprinus carpio*). III. In vitro effects on lymphocyte proliferation and phagocytosis and in vivo effects on humoral responses. **Ecotoxicol. Environ. Saf.**, v. 22, p. 79-87, 1991.

EMBRAPA PANTANAL; Disponível em:
<<http://www.cpap.embrapa.br/agencia/peixes/Peixe023pintado.htm>> Acesso em agosto 2014.

FERREIRA, A. C. **Toxicidade aguda e risco de contaminação ambiental de inseticidas para peixes (*Poecilia reticulata*) e microcrustáceos (*Daphnia magna*)**. Monografia (Trabalho de graduação em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal. 1998. f. 37-68.

FINLAYSON, B.J.; RUDNICKI, R.A. Storage and handling as sources of error in measuring fish acetylcholinesterase activity. **Bull. Environ. Contam. Toxicol.**, v. 35, p. 790-795, 1985.

FLORES-NAVA, A.; VIZCARRA-QUIROZ, J.J. Acute toxicity of trichlorfon (Dipterex) to fry of *Cichasoma urophthalmus* Gunther. **Aquaculture and Fisheries Management**. Inglaterra, v.19, p. 341-345, 1988.

GARCIA, F. R. M. – **Zoologia Agrícola: manejo ecológico de pragas**. 3.ed. ampl. – Porto Alegre: Rígel, 2008. 256p, 1969.



GERAIS, R. E. R. D. M. Ordenamento sustentável da atividade de aquicultura no reservatório de São Simão. Projeto: **Toxicologia de peixes em reservatórios e rios de Minas Gerais.** P. 40, 2012.

GOLDEMBERG, J.; LUCON, O. **Energia, meio ambiente e desenvolvimento.** Editora da Universidade de São Paulo, 2008.

GOLSTEIN, E. G. Avaliação da toxicidade dos principais despejos industriais da região de E.R.Q. – Suzano, através de ensaios biológicos. **Rev.DAE.**, São Paulo, v.132, p 42-47, 1983.

GONÇALVES, E. G.; CARNEIRO, D. J. Coeficientes de digestibilidade aparente da proteína e energia de alguns ingredientes utilizados em dietas para o pintado (*Pseudoplatystoma corruscans*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 4, p. 779-786, 2003.

GRISOLIA, C. K. **Agrotóxicos** : mutações, câncer & reprodução. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2005. 392p.

GUIMARÃES, G.L. Toxicologia e meio ambiente e legislação específica In: AREAS. **Curso de proteção de plantas.** Brasília, 1996. p1-41. (módulo 8).

HAMILTON, M. A.; RUSSO, R. C.; THURSTON, R. V. Trimmed Spearman – Karber method for estimating median lethal concentrations in toxicity bioassays. **Environ. Sci. Technol.**, Washington, v.11, n. 7, p.714 – 719, 1977.

HEATH, A.G. **Water pollution and fish physiology.** 2. ed. Lewis Publishers: CRC Press, 1995. 359 p.



INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS (ITAL). I Seminário de Resíduos de Pesticidas. São Paulo, 89p, 1989.

INTERNACIONAL PROGRAME ON CHEMICAL SAFETY. **Trichlorfon (EHC 132, 1992)** 95p. Disponível em: < www.who.int/das/cat.97/zehc2.htm#n0132: Trichlorfon>. Acesso em: 04 jul. 2014.

KENDALL, R. J.; ANDERSON, T. A.; BAKER, R. J.; BENS, C. M.; CARR, J. A.; CHIODO, L. A.; COB III, G. P.; DICKERSON, R. L.; DIXON, K. R.; FRAME, L. T.; HOOPER, M. J.; MARTIN, C. F.; MCMURRY, S. T.; PATINO, R.; SMITH, E. E.; THEODORAKIS, W. Em *Casarett and Doull's Toxicology – The Basic Science of Poisons*; Klaassen, C. D., ed.; 6th ed., MacGraw-Hill: New York, cap. 29, 2001.

KUBITZA, F.; CAMPOS, J. L.; BRUM, J. A. Produção Intensiva no PROJETO PACU Ltda. e AGROPEIXE Ltda. **Panorama da Aquicultura**, v. 8, p. 41-49, 1998.

KUBITZA, P.F.; KUBITZA, L.M. **Principais parasitoses e doenças dos peixes cultivados**. 3.ed rev., Jundiaí, 1999, 96p.

_____; KUBITZA, L.M.M. **Principais doenças e parasitoses dos peixes cultivados**. 4° Ed. 2004.

LOPES, R. B. **Análise ecotoxicológica dos xenobióticos triclorfon e diflubenzuron empregados na aquicultura continental**. 2005. 104 p. Tese (Doutorado em Ciências) Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005

LOWE-MCCONNEL, R. H. 1975. **Fish communities in tropical freshwaters**. London, Longman, 284p.



LOZANO, G.S.; PÉREZ, S.S.; VALLESCO, A. Determinación de La concentración letal media (CL₅₀) Del triclofon em alevinos de bocachico (*prochilodos magdalenae*, steindeachner, 1878). **MVZ-Córdoba**, v.8, n.1, p.283-289, 2003.

LUNDBERG, J.G.; M.W. LITTMANN. 2003. **Pimelodidae (Long whiskered cat fishes)**, p. 432-446.

MARTINS, N.D. **Efeitos do inseticida organofosforado triclofon (Neguvon®) sobre biomarcadores do estresse oxidativo em tilápia-do-nilo, *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758)**. Monografia. Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2007.

MATAQUEIRO, M. I. **Toxicidade aguda e subaguda do inseticida methyl parathion no pacu (*Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887)**. Tese de Doutorado. Universidade Estadual Paulista, Centro de Aquicultura, 2002.

MAXIMIANO, A. A. et al. Utilização de drogas veterinárias, agrotóxicos e afins em ambientes hídricos: demandas, regulamentação e considerações sobre riscos à saúde humana e ambiental. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 10, n. 2, p. 483-491, 2005.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA. **Psicultura**. Instituto Centro de Ensino Tecnológico - 2 ed.rev. – Fortaleza: Edições Demócrito Rocha; 72p, 2004.

MIYAZAKI, D.M.Y. **Toxicidade aguda e risco de intoxicação ambiental de Treiclorfrom, paration metilico e Glinfosato para alevinos de Tambaqui (*Colossoma macropomum*) e Tambacu (*Colossoma macropomum* X *Piaractus mesopotamicus*)** Jaboticabal, monografia (Trabalho de graduação em Agronomia)- Faculdade de Ciências Agrarias e Veterinarias, Universidade Estadual Paulista. Jaboticabal. 1998. 67p.



MIYAZAKI, D. M. Y.; MACHADO NETO, J. G.; CASTAGNOLLI, N. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE PATOLOGISTAS DE ORGANISMOS AQUÁTICOS (ENBRAPOA), 8., 2004, Laguna . **Anais...** Maringá: Biblioteca Setorial da UEM, 2004. p. 203.

MORAES, D. S. D. L.; JORDÃO, B. Q. Water resources deterioration and its impact on human health. **Revista de Saúde Pública**, 36(3), 370-374, 2002.

MOREIRA, H. L. M.; VARGAS, L.; RIBEIRO, R. P.; ZIMMERMANN, S. **Fundamentos da moderna aquicultura**. Canoas: Editora ULBRA, 2001. 200p.

MOURA, E. E. S. Determinação da toxicidade aguda e caracterização de risco ambiental do herbicida Roundup (Glifosato) sobre três espécies de peixes.. Dissertação apresentada ao programa de Pós Graduação em Bioecologia Aquática da Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal. 2009.

NASS, D. P. O conceito de Poluição. **Revista Eletrônica de Ciências. São Carlos: Universidade de São Paulo/Instituto de Química**, n. 13, 2002.

PAVANELLI, G. C.; EIRAS, C.J.; TAKEMOTO M.R. **Doenças de peixes (Profilaxia, diagnostico e tratamento)**. Maringá: Nupélia, 1999. 259p.

PAVANELLI, G. C. J.; EIRAS, J. C.; TAKEMOTO, R. M. **Doenças de peixes: profilaxia, diagnóstico e tratamento**. Maringá. EDUEM, 305p, 2002.

PEHKONEN, S. O.; ZHANG, Q. The degradation of organophosphorus pesticides in natural waters: a critical review. Critical Reviews in **Environmental Science and Technology**, Boca Raton, v. 32, n. 1, p. 17-72, 2002.

PIMPÃO, C. T. **Avaliação aguda dos efeitos toxicológicos da deltametrina em uma espécie de peixe fluvial nativo: estudo bioquímico e imunotóxico**. 2006. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Paraná.



PRIMACK, Richard B.; RODRIGUES, Efraim. **Biologia da conservação**. Londrina: E. Rodrigues, viii, 328p. : Il.; 23 cm, 2001.

QUEIROZ, J. F.; LOURENÇO, J. N. P.; KITAMURA, P. C. 2002. **A Embrapa e a Aquicultura: demandas e prioridades de pesquisa**. Brasília. Embrapa. Informação Tecnológica.

RANZANI-PAIVA M. T., RODRIGUES E. L., EIRAS A. C., VEIGA M. L., PACHECO F. J. **Alterações Hematológicas em Curimatá, *Prochilodus scrofa* STEINDACHNER, 1881, exposto ao Dipterex 500 (Trichlorfon)**. Bol. Inst. Pesca 24: 187-196, 1997.

REIS, R. E.; KULLANDER, S. O.; FERRARIS JR, C. J. (Eds). **Checklist of the freshwater fishes of South and Central América**. Porto Alegre, Edipucrs, 729p.

ROCHA, A. S. **Toxicidade aguda e subaguda do triclorfon em juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum* CUVIER, 1836)**. Araguaína, 66p, 2009.

RODRIGUES, E. L., et al. **Efeito agudo do organofosforado dipterex 500 (trichlorfon) em baco de curimatá *Prochilodus scrofa* (STEINDACHNER, 1881)**. B. Inst. Pesca 24 (especial): 197-203, 1997.

RONCO, A.; BÁEZ, M. C. D.; GRANADOS, Y. P. Em *Ensayos Toxicológicos y Métodos de Evaluación de Calidad de Aguas - Estandarización, Intercalibración, Resultados y Aplicaciones*; Morales, G. C., ed.; **Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo**: Ottawa, 2004, cap. 1.

SANCHES, S. M; CAMPOS, S. X.; VIEIRA, E. M. Pesticidas e seus respectivos riscos associados à contaminação da água. **Pesticidas: R. Ecotoxicol. e Meio Ambiente**, v. 13, p. 54, 2003.



SANTOS, C. R.; SILVA, E. S.; PAIVA, R. O.; OLIVEIRA, V. D. P. S.; BURLA, R. S.; BASTOS, J. C.; OLIVEIRA, M. M. Efeito do Triclorfon (Masoten®) sobre as esterases de *Oreochromis niloticus*. **Seminário Sobre Ecotoxicologia Aquática**, n. 2, 2011.

SCORVO FILHO, J. D.; ROMAGOSA, E.; AYROZA, L. M. S. *et al.* Desempenho produtivo do pintado, *Pseudoplatystoma corruscans* (Spix & Agassiz, 1829), submetido a diferentes densidades de estocagem em dois sistemas de criação: intensivo e semi-intensivo. **Bol. Inst. Pesca**, v.34, p.181-188, 2008.

SILVA, B. M. Toxicidade Aguda dos herbicidas Diuron e Hexazinona à *Danio rerio*. Pesticidas: **r. ecotoxicol. e meio ambiente**, Curitiba, v. 20, p. 17-28, jan./dez. 2010.

SILVIA, M. J.; SANTOS, J. R.; Toxicologia de agrotóxicos em ambiente aquático. **Oecol. Bras.**, v.11, n.4, p.565-573, agosto 2007.

SMERMAN, W.; CASTRO, J. G. D.; TOLEDO, J. D.; ROSA, C. D.; GODOI, D. D. Larvicultura de pintado (*Pseudoplatystoma* sp.) em alta floresta–Mato Grosso. **Rev. Biol. Ciênc. Terra**, 2, 1-7, 2002.

THOMAZ, J. M. **Efeito do organofosforado triclorfon (neguvon®) sobre a função cardio-respiratória da tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*)**. 2008.

VAAL, M.; VAN DER WAL, J.T.; HIERMENS, J. HOEKSTRA, J. Pattern analysis of the variation in the sensitivity of aquatic species to toxicants. **Chemosphere**, Oxford, v. 35, p. 1291-1309, 1997.

VARÓ, I; SERRANO, PITARCH, E.; AMAT, F.; LÓPEZ, F. J.; NAVARRO, J. C. Toxicity and bioconcentration of Chlorpyrifos in aquatic organisms: *Artemia parthenogenetica* (Crustacea), *Gambusia affinis*, and *Aphanius iberus* (Pisces).



Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, New York, v.65, p.623-630, 2000.

VEIGA, M. M., SILVA, D. M., VEIGA, L. B. E., & de CASTRO FARIA, M. V. Análise da contaminação dos sistemas hídricos por agrotóxicos numa pequena comunidade rural do Sudeste do Brasil Pesticide pollution in water systems in a small rural community in Southeast Brazil. **Cad. Saúde Pública**, v. 22, n. 11, p. 2391-2399, 2006.

WINKALER, E. U. **Aspectos ecotóxicológicos dos inseticidas diflubenzuron e teflubenzuron para o pacu (*Piaractus mesopotamicus*)**. 67p. Tese (Doutorado em Aquicultura de águas continentais). Universidade Paulista Júlio de Mesquita Filho, Jaboticabal: São Paulo, 2008.

ZAGATO, P.A.; Ecotoxicologia. In ZAGATO, P. A. & BERTOLETTI, E.; **Ecotoxicologia aquática – princípios e aplicações**. São Carlos: RiMa, 2006, p. 13-25.