

Universidade Federal de Mato Grosso
ICET/FAET/FAME/IB/ICHS
Programa de Pós – Graduação em Recursos Hídricos

LUCIANA APARECIDA BENECIUTI

**Efeito de endosulfam e violaceína em *Astyanax asuncionensi*
(lambari).**

Cuiabá/MT
2010

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

Luciana Aparecida Beneciuti

Efeito de endosulfam e violaceína em *Astyanax asuncionensi*

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Recursos Hídricos da Universidade Federal de Mato Grosso como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de Mestre em Recursos Hídricos.

Orientador: Prof. Dr. Antonio Brandt Vecchiato.

Co-orientadora: Profa.Dra. Selma Batista Baia.

Cuiabá/MT
2010

Dados Internacionais de Catalogação na Fonte

B461e Beneciuti, Luciana Aparecida.
Efeito de endosulfam e violaceína em *astynax asuncionensi*
(lambari) / Luciana Aparecida Beneciuti. – 2010.
xiii, 89f. ; il. ; 30 cm. -- (inclui figuras e tabelas.)

Orientador: Antônio Brandt Vecchiato
Co-orientador: Selma Batista Baia

Dissertação (mestrado). Universidade Federal de Mato
Grosso. ICET/FAET/FAMEV/IB/CHS. Programa de Pós-
Graduação em Recursos Hídricos, 2010.

1 .Xenobióticos. 2. Peixes. 3. Toxidade. 4. CL⁵⁰. I. Título.

CDU 574.64:597

Catálogo na fonte: Maurício Silva de Oliveira - Bibliotecário CRB/1 1860

BENECIUTI, L.A. **Efeito de endosulfam e violaceína em *Astyanax asuncionensi***

Banca Examinadora

Prof. Dr. Antonio Brandt Vecchiato

Julgamento: _____ Assinatura _____

Profa. Dra. Edna Lopes Hardoim

Julgamento _____ Assinatura _____

Prof. Dr. Liano Centofante

Julgamento _____ Assinatura _____

Prof. Dra. Eliana Freire Gaspar de Carvalho Dores

Julgamento _____ Assinatura _____

Prof. Dra. Jeane Marlene Fogaça de Assis Barretto

Julgamento _____ Assinatura _____

Dedicatoria: Ao meu esposo, Waldemar Pinheiro dos Santos, meu maior incentivador, meu amor e meu amigo de todas as horas..

Agradecimentos

A Deus por estar sempre presente em minha vida, tornando possível os meus desejos.

Ao meu esposo, pela sua infinita dedicação.

Aos meus filhos, Pedro e Gabriel, pela paciência e compreensão.

Ao meu querido Orientador, professor Vecchiato, pela sua infinita paciência, compreensão e sabedoria. Sem dúvida, professor, o senhor está no lugar certo. Obrigada!

À minha amiga e co-orientadora, Dra. Selma Baia. Sua orientação e amizade foram fundamentais para a realização desse trabalho.

À professora Edna, que com sua competência, sabedoria, sua forma exigente e crítica de questionar as idéias apresentadas, nortearam este trabalho. Sua vocação e a disponibilidade a mim dedicadas nunca serão esquecidas! Obrigada.

Aos professores Ximenes, Renato e Oscarlina, Deus permita que surjam professores semelhantes a vocês! Obrigada.

À professora Eliana Dores, pela sua infinita dedicação e pela confiança em mim depositada.

À professora Carolina Lourencetti, pelo auxílio nos cálculos necessários! Obrigada

À amiga Sara, em especial, meu eterno carinho e agradecimento.

À minha sogra, a quem só poderei retribuir de forma insignificante se comparada ao auxílio prestado na realização dos meus experimentos. Obrigada.

Às minhas amigas, Maria e Juliana, obrigada por tudo.

Ao professor Ricardo Amorim, pela ajuda com as análises estatísticas, obrigada.

Ao professor e amigo Alicio Alves, pelo auxílio em todas as coletas e principalmente pela amizade.

À Fundação de Amparo e Pesquisa de Mato Grosso-FAPEMAT, pelo auxílio, através da bolsa de estudo concedida.

E, principalmente,

Aos meus pais, que apesar da distância sempre me apoiaram. Obrigada por tudo.

Resumo

BENECIUTI, L.A. **Efeito de endosulfam e violaceina em *Astyanax asuncionensi* (Iambari)**. 2010. 89p. Dissertação (Mestrado).

PPG Recursos Hídricos, Universidade Federal de Mato Grosso. Cuiabá, Mato Grosso.

O presente estudo teve como objetivo estimar os efeitos tóxicos decorrentes da exposição de peixes da espécie *Astyanax* sp. ao agrotóxico endosulfam e à enzima *violaceina*. Os exemplares foram adquiridos na Pedreira São Gonçalo colônia (Z-8), em Cuiabá-MT e o experimento foi realizado em três etapas: na primeira, os exemplares foram separados em microcosmos e submetidos a diversas concentrações do agrotóxico endosulfam; na segunda, a exposição ocorreu na presença de violaceina; e na terceira etapa, na associação das duas substâncias. Os tratamentos foram realizados nas concentrações $1,0 \mu\text{g. L}^{-1}$; $2,5 \mu\text{g. L}^{-1}$; $5,0 \mu\text{g. L}^{-1}$ e $10 \mu\text{g. L}^{-1}$, em todas as etapas sob condições laboratoriais. Para determinar a concentração média letal, em 96 horas de exposição dos exemplares a estas substâncias, os parâmetros experimentais foram realizados em níveis semelhantes de temperatura, pH, oxigênio e condutividade. Os resultados analisados indicam uma CL^{50} de 6,77 em 24h para os indivíduos expostos ao agrotóxico endosulfam. Em relação à violaceina, II etapa, a CL^{50} , foi atingida em 24h, que nos leva a supor que a toxicidade da *violaceina*, é significativa para a espécie em estudo. Os resultados indicam um efeito tóxico menos evidente quando as duas substâncias analisadas são adicionadas simultaneamente, III etapa. Os dados revelam que nas condições experimentais utilizadas, o agrotóxico endosulfam e a violaceina são tóxicos para a espécie em estudo. A espécie *Astyanax asuncionensis* possui maior sensibilidade à toxina violaceina. A associação do endosulfam com a toxina violaceina pode alterar o tempo de vida da espécie em estudo.

Palavras-chave: xenobióticos; peixes, toxicidade; CL^{50}

Abstract.

BENECIUTI, L.A. Effects of the pesticide endosulfan and violacein on *Astyanax asuncionensis* (*lambari*) specimens. 2010. 89 p. Dissertação (Mestrado).

PPG Recursos Hídricos, Universidade Federal de Mato Grosso. Cuiabá, Mato Grosso

This study aimed to estimate the toxic effects on *Astyanax sp.* resulting exposed to the endosulfan pesticide and to the enzyme *violacein*. The fishes specimens were purchased in the São Gonçalo (Z-8) quarry colony, located in Cuiabá-MT, and the experiment was carried out along three stages: the first one, when the samples were separated in microcosms and submitted to different concentrations of the pesticide endosulfan, in the second one when they were exposed to the presence of violacein, and the third phase was carried joining the two substances. Experiments were conducted at the concentrations 1,0 µg. L⁻¹; 2,5µg. L⁻¹; 5,0 µg. L⁻¹, and 10 µg. L⁻¹:1ug/L. During all these stages, they were kept under the same laboratory conditions. To determine the lethal mean concentration in 96 hours of specimens exposition to these substances, the experimental parameters were performed at similar levels of temperature, pH, oxygen, and conductivity. The analyzed results showed an CL⁵⁰ of 6,77 during 24 hours of the specimens exposition to the pesticide endosulfan. Regarding violacein, the 2nd stage, the CL⁵⁰ was reached in 24 hours, which leads us to suppose that the violacein toxicity was significant for the species (p<0,005). The results indicated a less toxic effect evidence when the two analytes were added simultaneously, in 3rd stage. The data showed that within these experimental conditions, i.e, the pesticide endosulfan and violacein when employed together, were less toxic to the species than expected, and that the *Astyanax asuncionensis* specimens showed greater sensitivity to the toxin violacein. The association of the toxin endosulfan violacein can change the species life time.

Key – Words: xenobiotic; fish toxicity; CL⁵⁰

Lista de Figuras

Figura 1	Constituição do organoclorado Endosulfam.....	21
Figura 2	<i>Astyanax sp</i>	23
Figura 3	Estrutura química da violaceína.....	24
Figura 4	<i>Chromobacterium violaceum</i>	25
Figura 5	Crescimento de <i>C. violaceum</i> na presença de endosulfam.....	41

Lista de Tabelas e Quadros

Quadro 1	Vendas de defensivos agrícolas de 1992 a 2007 em mil US\$.....	16
Tabela 1	Resposta de peixes expostos a diferentes concentrações de endosulfam... em diferentes períodos de tempo	33
Tabela 2	Peixes expostos a diferentes concentrações de violaceina em diferentes.. intervalos de tempo	37
Tabela 3	Peixes expostos a diferentes concentrações de violaceina associada ao... agrotóxico endosulfam, em intervalos de tempo variados	39
Tabela 4	Concentração letal (CL ₅₀), pelo teste de Tukey, nos experimentos I, II.. e.. III, com diferentes substâncias.	40

.

.

Lista de Abreviaturas

CL	Concentração Letal
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
DDT	Dicloro-Difenil-Tricloroetano
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
MCT	Ministério da Ciência e Tecnologia
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
UFMT	Universidade Federal de Mato Grosso
LATEMAS	Laboratório de Taxonomia e Ecologia Microorganismos Aquáticos e Simbiontes
IB	Instituto de Biociências
C.V	<i>Chromobacterium violaceum</i>
SINDAG	Sindicato Nacional das Empresas de Aviação Agrícola
FECOMERCIO	Federação do Comercio de Bens Serviços e Turismo
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
SISBIO	Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
2	REVISÃO DA LITERATURA.....	15
2.1	O uso de agrotóxico na agricultura.....	15
2.2	Transporte e Destino do Agrotóxico no Ambiente Aquático.....	18
2.3	Estudo da Toxicidade Aquática.....	19
2.4	Caracterização do agrotóxico Thiodan®.....	20
2.5	Toxicidade aguda do endosulfam.....	21
2.6	A espécie de peixe em estudo.....	22
2.7	<i>Chromobacterium violaceum</i> – Histórico.....	23
2.8	Características da <i>Chromobacteria violaceum</i>	24
2.9	Concentração Letal CL ⁵⁰	25
3	JUSTIFICATIVA.....	27
4	MATERIAL E MÉTODOS.....	30
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	33
5.1	Análise da toxicidade do endosulfam sobre <i>Astyanax</i> sp.....	33
5.2	Análise da toxicidade da violaceína sobre <i>Astyanax</i> sp.....	36
5.3	Análise da toxicidade pela associação do endosulfam com violaceína sobre <i>Astyanax</i> sp.....	37
5.4	Análise do crescimento bacteriano de <i>Chromobacterium violaceum</i> na presença do endosulfam.....	41
6	CONCLUSÕES.....	44
7	RECOMENDAÇÕES.....	45
8	REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	46
	ANEXOS.....	52
	Anexo I.....	53
	AnexoII.....	64
	Anexo III.....	87

1. Introdução

Com o advento da Revolução Industrial, a capacidade do ser humano para modificar o ambiente tem se tornado ampla e profunda. Assim, um grande número de substâncias químicas tem sido lançado nos ecossistemas aquáticos, terrestres e na atmosfera. Em consequência, os distúrbios ambientais afetam a vida no planeta, a ponto de justificar a paráfrase de Odum (1971) a Malthus: “a população (população mais poluição) aumenta mais rápido do que os recursos totais necessários” (BERTOLETI, 2001).

Em decorrência desta incessante busca pelo desenvolvimento, principalmente na agricultura, produtos químicos, denominados no Brasil como agrotóxicos, têm sido desenvolvidos e empregados em grande quantidade para o combate de “pragas” na cultura (Lei N° 7.802/89).

Dependendo das propriedades físicas e químicas, das quantidades introduzidas e das características dos ecossistemas, esses agrotóxicos podem ser transportados e transformados no ambiente por meio de diferentes processos, o que pode resultar em efeitos deletérios ao ser humano, assim como danos a biocenoses dos ecossistemas aquáticos ou terrestres, que são constituídos, principalmente, por produtores, consumidores (predadores) e decompositores (CRESTANI, 2004).

No entanto, não se pode negar que os agrotóxicos auxiliam no aumento da produtividade agrícola e no controle de vetores de diversas doenças. Entretanto, se por um lado, tais substâncias químicas são referidas como um dos maiores avanços da agricultura moderna, por outro lado, representa fonte de risco, dado a sua dinâmica no ambiente e sua relevância no contexto da saúde da população; como por exemplo: mudança no funcionamento do ecossistema, perda da biodiversidade, exaustão de vários cursos de água por assoreamento, contaminação dos terrenos e rios, efeitos adversos à população causados sob circunstâncias específicas, devido à exposição a um agente (BARBOSA, 2004).

Estudos desenvolvidos em várias regiões do mundo têm mostrado que a porcentagem dos produtos utilizados na agricultura que atingem os ambientes aquáticos é geralmente baixa. Entretanto, pesticidas persistentes e com grande mobilidade no ambiente têm sido detectados em águas superficiais e subterrâneas. A concentração da maioria dos pesticidas em água é baixa, em parte, devido ao fato deles serem geralmente pouco solúveis em água e, em parte,

devido ao efeito de diluição. Isso não exclui a possibilidade de que concentrações muito altas venham a ocorrer após pesadas chuvas (DORES; DE-LAMONICA-FREIRE, 2001).

Embora a natureza tenha poder de recuperação e os ecossistemas aquáticos tenham a capacidade de assimilar as mudanças físicas e químicas causadas pelo lançamento de agrotóxicos no meio, os organismos vivos estão constantemente expostos a esses agentes tóxicos e, de certa forma, essa exposição seleciona e propicia tolerância de algumas espécies a efeitos adversos. Nesse contexto, têm sido identificados mecanismos de resistência eficientes em bactérias; a exemplo, temos a *Chromobacterium violaceum*, um bacilo Gram negativo, anaeróbio facultativo, habitante de ecossistemas tropicais e subtropicais, principalmente de água e solo, possuindo um metabolismo energético versátil, o que a torna capaz de sobreviver em condições ambientais adversas (SUMITA et al., 2007).

Em ecossistemas aquáticos, os agrotóxicos tendem a se acumular na biota aquática, a qual pode ser comprometida por meio do processo de bioacumulação; peixes e invertebrados podem acumular tais compostos ligados à matéria ingerida, absorvê-lo passivamente pela superfície corporal ou durante as trocas respiratórias, comprometendo desta forma sua locomoção, reprodução, sobrevivência e crescimento, tornando esses organismos impróprios para o consumo humano (MONTROYA, 2008).

Diante desse contexto, o monitoramento da água deve ser utilizado para evitar que sejam avaliados apenas os padrões físicos, químicos e bacteriológicos, mas também os diferentes compartimentos do sistema aquático (água, sedimento e comunidades bióticas); suas inter-relações e os efeitos dos contaminantes sobre a biota, incluindo-se os bioensaios de toxicidade, mutagenicidade, biomarcadores, entre outros, devem ser considerados, uma vez que representam ferramentas complementares para uma melhor avaliação da degradação dos recursos hídricos (ROCHA, 2009).

Pesquisas sobre toxicidade em ambientes aquáticos são de grande interesse, não só para o programa de agente tóxico, como também para a avaliação de possíveis impactos ambientais de substâncias tóxicas sobre a biota aquática e suas possíveis implicações na preservação ambiental Jonsson, (1999), tendo em vista que o modelo de agricultura adotado no país tornou o uso de agrotóxicos intensivo e estes tendem a se acumular e bioconcentrar-se na cadeia alimentar (ALMEIDA, 1974).

O presente estudo amplia o entendimento do habitat aquático e suas inter-relações quando peixes lambari, da espécie *Astyanax*, são expostos a *Chromobacteria violaceum*, resistente ao agrotóxico endossulfam na sua formulação comercial Thiodan[®]. Para obtenção de tal conhecimento, analisou-se a toxicidade aguda (CL₅₀; 96h) do agrotóxico endossulfam,

utilizado em Mato Grosso (DORES et al., 2000; PALMA, 2007; DAHROUG, 2007; BRAGA, 2009) em culturas de soja, milho e algodão, entre outros, sobre *Astyanax*, assim como a concentração letal (CL₅₀; 96h) decorrente da exposição do peixe lambari à enzima violaceína, extraída da *Chromobacterium violaceum*.

2. Revisão da Literatura

2.1 O Uso de Agrotóxicos na Agricultura.

Substâncias químicas têm sido desenvolvidas e utilizadas em grande quantidade para o combate de pragas na agricultura. Esse conjunto de produtos químicos recebeu denominações de defensivos agrícolas, pesticidas, praguicidas, produtos fitossanitários ou agrotóxicos, sendo esta última restrita ao Brasil. (Lei n. 7.802/89).

Segundo Barbosa (2004), a Segunda Guerra Mundial criou as condições para a descoberta da atividade inseticida do DDT em 1939 por Paul Müller. Este composto foi preparado pela primeira vez pelo químico alemão Zeidler, em 1874. Os testes realizados por Müller indicaram que o DDT era capaz de controlar ou matar muitos insetos, apresentando efeito prolongado, protegendo culturas por toda a estação, extinguindo doenças causadas por insetos. Diante dessa expectativa otimista, o DDT foi introduzido no mercado em 1942 e no ano de 1944 mais de um milhão de pessoas foram borrifadas com DDT em pó em Nápoles, devido a uma epidemia de tifo. Tal epidemia foi controlada com sucesso, passando o produto a ser utilizado no controle de doenças.

No pós-guerra, desenvolveu-se um modelo que visava a promover um aumento da produção agrícola em países menos desenvolvidos; foi então que surgiu a “Revolução Verde”. O modelo baseia-se na intensiva utilização de sementes melhoradas, insumos industriais (fertilizantes e agrotóxicos), mecanização e diminuição do custo de manejo. Embora o termo “Revolução Verde” só tenha surgido na década de 70, desde essa época pesquisadores de países industrializados prometiam, através de um conjunto de técnicas, incrementar de forma estrondosa a produtividade agrícola e resolver o problema da fome (SANTOS, 2006).

A introdução destas técnicas em países não industrializados provocou um aumento brutal na produtividade agrícola de países como a Índia e o Brasil, que foram os que mais se beneficiaram neste sentido; entretanto, o impacto ambiental propiciado por tal modelo trouxe conseqüências como a perda da biodiversidade e a exaustão de vários cursos de água por assoreamento, além de contaminação dos terrenos e dos rios, o que torna esse tipo de agricultura contrária aos princípios básicos do desenvolvimento sustentável (SANTOS, 2006).

De acordo com o Sindicato Nacional da Indústria de Produtos Para Defesa Agrícola (SINDAG), o Brasil é o terceiro maior consumidor de pesticidas do mundo. A mesma fonte informa que o montante de dinheiro movimentado no ano de 1992, somente com venda de defensivos agrícolas no Brasil, foi de aproximadamente US\$ 950 milhões. Informa, ainda, que este valor cresce a cada ano, chegando a US\$ 5,4 bilhões no fechamento de 2007 (SINDAG, 2006), (Quadro I).

Estes valores dizem respeito à venda de todos os pesticidas, o que engloba as classes: acaricidas, fungicidas, inseticidas, herbicidas e outros, sendo os herbicidas a classe com maior representatividade, fechando o ano de 2007 com 42% do total de vendas (Tabela 1). Em 2007 os herbicidas representaram 52% das 304.031 toneladas de princípio ativo e 62% das 599.834 toneladas de produto comercial vendido.

Segundo dados da Fecomércio (2006), o Estado de Mato Grosso, planta anualmente (7.022.000,00) sete milhões e vinte dois mil hectares, consumindo anualmente (859) oitocentos e cinquenta milhões e novecentos e vinte mil dólares em agrotóxicos.

Embora os agrotóxicos tenham sido desenvolvidos com o objetivo de eliminar pragas, aumentar a produtividade agrícola e eliminar vetores de doenças, representam grandes problemas, pois afetam não só o organismo alvo, mas persistem no ambiente por longos períodos de tempo, uma vez que são substâncias químicas sintéticas (DORES, 2000).

Entre os inseticidas orgânicos sintéticos, os mais persistentes no meio ambiente são os organoclorados, que podem ser divididos em três grupos: grupo do DDT; grupo dos BHCs, sintetizados em 1940; e grupo dos ciclonídios (envolvem o Aldrim, Dieldrim, Endrim, Endosulfam e Heptaclora), que passaram a ser sintetizados a partir de 1950. Ambos os produtos possuem átomos de cloro em sua estrutura molecular, baixa degradabilidade biótica e abiótica, alta estabilidade química, pouca solubilidade em água, são relativamente inertes frente a ácido e base e, sob luz solar, podem formar compostos com estabilidade similar ou maior que o composto original. Os BHCs e DDTs foram proibidos no Brasil em 1985, devido às suas propriedades carcinogênicas; os demais organoclorados tiveram seu uso limitado, face às suas propriedades cumulativas, pela Portaria 329 de 02-09-1985, ficando o endosulfam o único composto organoclorado que ainda tem seu uso permitido.(SILVA, 2000).

Quadro 1 Vendas de defensivos agrícolas de 1992 a 2007, em mil US\$.

Ano	Acaricidas	Inseticidas	Fungicidas	Herbicidas	Outros defensivos	Total
1992	64.360	194.594	144.827	515.714	27.914	947.409
1993	73.816	195.894	166.384	588.384	25.120	1.049.811
1994	90.826	300.246	211.080	775.762	26.133	1.404.047
1995	99.660	339.028	227.021	834.976	34.963	1.535.648
1996	92.237	375.548	276.331	1.005.112	43.443	1.792.671
1997	86.714	464.796	356.304	1.214.818	58.159	2.180.791
1998	105.619	581.693	436.235	1.368.723	65.579	2.557.849
1999	78.726	596.051	422.476	1.175.933	55.881	2.329.067
2000	65.560	689.953	380.418	1.300.515	63.512	2.499.958
2001	66.326	630.773	362.606	1.143.089	84.688	2.287.482
2002	72.107	467.849	360.394	987.554	63.878	1.951.782
2003	80.026	725.222	713.544	1.523.735	93.815	3.136.342
2004	77.963	1.066.600	1.388.177	1.830.732	131.476	4.494.948
2005	82.789	1.180.666	1.089.522	1.735.824	154.947	4.243.748
2006	70.390	1.128.950	917.408	1.674.325	128.768	3.919.841
2007	92.136	1.537.390	1.264.416	2.304.062	173.961	5.371.965

FONTE: www.sindag.com.br

2.2 Transporte e Destino do Agrotóxico no Ambiente Aquático

A água é um bem que deve ser utilizado pelo homem para sua sobrevivência e melhoria de suas condições econômicas, sociais e comunitárias, sendo também um meio onde habitam organismos que necessitam de condições ambientais adequadas para a sobrevivência (TUCCI, 2007).

A exploração da natureza pelo homem afeta toda a biosfera, alterando o equilíbrio existente. Especificamente em relação às águas, muitas são as atividades que causam poluição e os ecossistemas aquáticos constituem o destino final de maior parte dos resíduos poluentes (TELES, 2006).

Segundo Rebouças (2002), as diferentes atividades antrópicas realizadas próximas aos corpos de água geram resíduos que acarretam os diferentes tipos de poluição, pontual e difusa, alterando a estrutura e o funcionamento dos ecossistemas aquáticos. As fontes de poluição pontuais são de fácil visualização e quantificação, sendo representadas pelos despejos de esgotos domésticos e industriais diretamente nos corpos de água. Já as fontes de poluição difusas são difíceis de visualizar e quantificar, uma vez que são representadas pelos escoamentos urbanos e agrícolas, além da poluição atmosférica.

Embora a agricultura seja apenas uma das inúmeras fontes não pontuais de poluição da água, geralmente é apontada como uma das principais contribuintes de todas as categorias de poluentes. (DORES, 2000).

A entrada do agrotóxico no ambiente aquático ocorre de diversas maneiras, tais como: aplicação intencional, deriva e escoamento superficial a partir de áreas onde ocorrem aplicações. A lixiviação dos agrotóxicos através do perfil dos solos pode ocasionar a contaminação do freático, cuja descontaminação apresenta grande dificuldade (TOMITA, 2002).

Os resíduos de agrotóxicos proveniente das atividades agrícolas, uma vez na água, podem tanto se ligar ao material particulado em suspensão, como se depositar no sedimento do fundo ou ser absorvido por organismos aquáticos através de diversas portas de entrada. O seu grau de acumulação depende do tipo de cadeia alimentar, da disponibilidade e da persistência do contaminante na água e, principalmente, de suas características físicas e químicas (TOMITA, 2002).

Os peixes e invertebrados podem acumular os agrotóxicos em concentrações muito acima daquelas encontradas nas águas nas quais eles vivem, pois este composto pode se ligar ao material particulado em suspensão e ser ingerido pelos organismos aquáticos e, por meio da cadeia alimentar, ocasionar danos à saúde da população (TOMITA, 2008).

Ainda que os ecossistemas aquáticos tenham a capacidade de assimilar as mudanças físicas e químicas causadas pelo lançamento de poluentes no meio, a locomoção, reprodução, sobrevivência e crescimento dos organismos aquáticos podem ser afetados (GEORGETTI. et al., 2008).

Diante deste fato é evidente a necessidade de avaliação da qualidade da água, uma vez que a presença de agentes químicos no ambiente sempre apresenta riscos aos seres vivos em qualquer ecossistema, não existindo, portanto, o que poderia ser chamado de risco zero na exposição a essas substâncias (JONSSON, 1991).

2.3 Estudo da Toxicidade Aquática.

Os estudos em toxicologia aquática são qualitativos e quantitativos em relação aos efeitos tóxicos sobre os organismos aquáticos. Os efeitos tóxicos podem incluir tanto a letalidade (mortalidade) e efeitos sub-letais, como alterações no crescimento, desenvolvimento, reprodução, reposta patológica, bioquímica, fisiologia e comportamento. Os efeitos podem ser expressos através de critérios mensuráveis, como o número de organismos mortos e alterações no tamanho e peso (MOREIRA, 2007).

A toxicologia aquática também está relacionada com as concentrações ou quantidades dos agentes químicos que podem ocorrer no ambiente aquático (água, sedimento ou alimento). O efeito tóxico de um composto químico depende da exposição, da suscetibilidade do organismo, das características químicas do agente e dos fatores ambientais (RAND; PETROCELLI, 1985).

Os fatores ambientais definidos pelas características bióticas e abióticas também podem alterar o efeito tóxico de compostos químicos no ambiente aquático (VILA, 2004).

Os fatores bióticos incluem o tipo de organismo (alga, peixe ou inseto), o estágio de desenvolvimento (larva, juvenil, adulto), o tamanho e o estado nutricional e de saúde, sendo que esses fatores influenciam a resposta ao poluente de diferentes maneiras. Os fatores

abióticos que atuam modificando o efeito tóxico incluem todas as características físicas e químicas da água que circunda o organismo vivo, como a temperatura, o pH, o teor de oxigênio dissolvido na água, dentre outros. (SPAREGUE, 1990).

Segundo Moreira (2007), os pesticidas organoclorados nos ecossistemas aquáticos têm impactos potenciais sobre a biota, inclusive em seres humanos. Sua alocação pode ser controlada por uma série de fatores relacionados à composição química dos pesticidas e às propriedades dos ecossistemas aquáticos em si.

Diferentes estudos enfocando a toxicidade de organoclorados em peixes de água doce demonstram efeitos como: hiperglicemia e diminuição de conteúdo protéico em fígado e músculo; hipocalcemia; hiperfosfatemia; danos epiteliais aos tecidos respiratórios; disfunções renais; diminuição das taxas de sobrevivência e de eclosão dos ovos; desordem neuromuscular; má formação esquelética e tremores; bioacumulação em órgãos e efeitos teratogênicos (SINGH. et al.; 1982; CARDOMA, 2004; FRACÀCIO; 2006; MONTOYA 2008).

De acordo com a legislação brasileira, quando apropriado, a qualidade dos ambientes aquáticos pode ser avaliada por indicadores biológicos, utilizando-se organismos e comunidades aquáticas. CONAMA, Resolução N°. 357, (2005).

2.4 Caracterização do agrotóxico Thiodan[®].

O Thiodan[®] (endosulfam) é um inseticida organoclorado, do grupo químico éster do ácido sulforoso de um diol cíclico. Surgiu após a Segunda Guerra Mundial, em 1956. Sua formulação é do tipo concentrada emulsionável, registrada no ministério da agricultura sob o n° 10487, liberado comercialmente para o mercosul. A concentração do ingrediente ativo é de 350g/L, apresentando classificação toxicológica I (extremamente tóxica), classificação ambiental I (altamente perigosa ao meio ambiente), além de inflamável e corrosivo (ENGELHARDT ; SARNENTO, 2004).

Este organoclorado é constituído por dois isômeros α e β , os quais apresentam uma meia vida de aproximadamente 24 horas, (figura1). Ao sofrerem degradação, ambos os isômeros permanecem na forma de endosulfam sulfato, o qual é mais persistente, com um tempo de meia vida de dois a sete dias, dependendo das condições de temperatura e pH do

ambiente (FRACÀCIO, 2006).

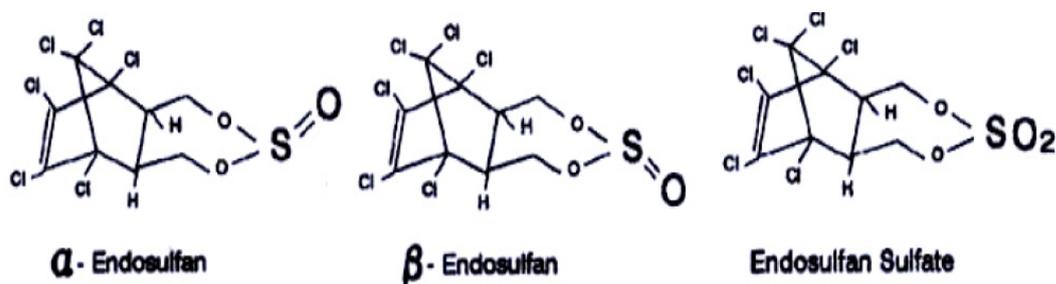


Figura 1 Constituição do organoclorado Endosulfam

Fonte: ANTONIOUS & (BIER, 1997)

O endosulfam é um inseticida desenvolvido pela Hoechst Aktiengesellschaft, na Alemanha e foi introduzido no mercado em 1957, com nome comercial de Thiodan[®]. O ingrediente ativo do Thiodan consiste na mistura de dois isômeros de endosulfam, sendo 70% de α -endosulfam e 30% de β -endosulfam misturado com (1,4,5,4,7-hexachloro -8,9,10 – trinorbon -5 em 2,3- ylenebismethylene) sulfate, composição que potencializa a sua ação tóxica (BAYER, apud MONTOYA, 2008).

A legislação brasileira de resíduos de pesticidas vigente, levando em consideração a qualidade da água definida pelo conselho Nacional do Meio Ambiente, estabelece o valor limite de 0,056ug/L de resíduo do referido inseticida e seus metabólitos (CONAMA/357, 2005).

2.5 Toxicidade Aguda do Endosulfam.

Contaminantes organoclorados causam prejuízos ao ecossistema aquático, pois tendem a se acumular na biota. Concentrações elevadas desses compostos são pouco freqüentes no meio natural, mas a sua retenção nos sedimentos causa contaminação, a longo prazo, dos ambientes aquáticos, com conseqüências sobre os organismos encontrados neste ecossistema (MONTOYA, 2008).

Os contaminantes organoclorados podem se acumular tanto nos organismos vivos, bioacumulação, quanto ao longo da cadeia alimentar (CETESB, 2006).

O endosulfam é considerado tóxico e altamente bioconcentrável para peixes (espécie

não alvo). Variáveis como a temperatura da água e o menor tamanho dos espécimes aumentam a toxicidade do endosulfam nos peixes (CAPKIN. et al., 2006).

Pinheiro. et al., (1998) advertem com veemência sobre o perigo da contaminação do Pantanal e da Amazônia - lugares ricos em recursos hídricos - por produtos a base de endosulfam, pois este é extremamente tóxico para peixes e outros organismos aquáticos, mesmo em doses muito pequenas.

2.6 A Espécie de peixe em estudo.

Os peixes representam o grupo de vertebrados mais antigos e diversificados, compreendendo a maior porcentagem de espécies deste subfiló e ocupa um extraordinário leque de habitats como oceanos, mares, rios e lagos. Devido aos diferentes tipos de habitats que ocupam, os peixes têm desenvolvido diferentes estratégias de sobrevivência, o que os torna particularmente úteis em estudos de ecotoxicologia, permitindo assim avaliar os efeitos de uma vasta gama de contaminantes sob um largo espectro de condições (TELES, 2006).

Assim, para o desenvolvimento do presente trabalho científico, a espécie em estudo *Astyanax*, nome popular lambari ou lambari do rabo amarelo (figura 2), é estritamente de água doce, apresenta como características distintas uma mancha umeral preta, horizontalmente ovalada, suas nadadeiras são amarelas ou amareladas, são peixes de pequeno porte, que forrageiam em todos os níveis tróficos, são onívoros, consomem alimentos mesmo em temperaturas baixas, mas em menor quantidade; quanto à distribuição geográfica em questão, se dá na bacia Amazônica, Araguaia, Tocantins, São Francisco, Prata e Atlântico Sul (GARUTTI, 2003).

Em algumas regiões do país, como no pantanal Mato-Grossense, é extraído o óleo por meio da fervura dos exemplares inteiros, sendo este óleo utilizado na iluminação, para abastecer lamparinas e no consumo humano. O lambari também é considerado um forte aliado à saúde pública, por ser um excelente predador de larvas, podendo ser utilizado no combate a doenças transmitidas por mosquitos que têm sua fase larvária no meio aquático, caso da febre amarela e da dengue. Quanto à aplicação do lambari na aquarioria, cada unidade chega a custar R\$ 2,00 (dois reais) e constitui-se em peixe de fácil manejo; para a realização do cultivo, a água deve ser de boa qualidade, ter no mínimo oxigênio dissolvido, acima de 3mg/L, pH entre (5,5 e 9,0), temperatura entre 15 °C e 30 °C, condutividade média

em torno de 40 uS/cm. (GARUTTI, 2003).



Figura 2: *Astyanax sp.*

(Fonte: arquivo CEPEN / 661v / E. Behr)

2.7 *Chromobacterium violaceum* – Histórico.

Chromobacterium violaceum é um importante microorganismo de nosso ambiente, que foi escolhida no ano de 2000, pelo Ministério de Ciências e Tecnologia (MCT) e pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), como modelo para ser o primeiro microorganismo a ter seu genoma seqüenciado por um consórcio de laboratórios de âmbito nacional (DURAN. et al., 2001).

O primeiro relato da bactéria *Chromobacterium violaceum* ocorreu em 1882, quando Boisbaudran verificou a presença de um pigmento violeta em um preparo a base de farinha e atribuiu a coloração a um pequeno organismo. Apesar de publicada em 1882, a descoberta ocorreu em 1867 (BOISBAUDRAN, 1882).

Em 1880, um cientista Italiano realizou um experimento em uma solução de ovo albumina e, após o experimento, esqueceu-se de descartar uma de suas soluções que serviu de controle, quando se deu conta de tal esquecimento, percebeu uma coloração violeta na solução. Suspeitou a principio da *Cromococcus violaceus*, porem após testes percebeu que se tratava de uma nova bactéria, que ele chamou de *Cromobacterium violaceum*. Posteriormente, em 1881, Zimmerman (1881) corrigiu a grafia por *Chromobacterium violaceum*, a qual é

utilizada (ANTONIO, 1994).

Segundo Caldas (1977), em abril de 1976, na frente da estação de tratamento de água da cidade de Manaus, foi recolhida amostra de água proveniente de uma profundidade de 30m, com o objetivo de realizar análises bacteriológicas, porém, os resultados indicaram a presença de dois tipos de colônias brancas e violetas, sendo a violeta identificada por Wilson Chagas de Araújo, do instituto de microbiologia da UFRJ, como sendo a *Chromobacterium violaceum*. Com essa descoberta, levantou-se a hipótese para explicar o porquê da cor negra das águas do Rio Negro: a responsável seria a *Chromobacterium violaceum*, por se encontrar em grande quantidade no rio e produzir um pigmento escuro conhecido como violaceína (figura 3).

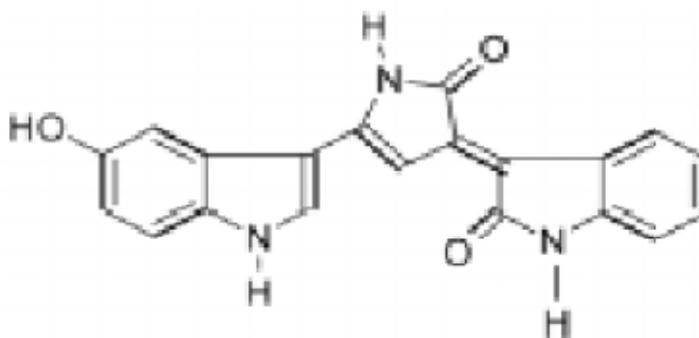


Figura 3 - Estrutura química da violaceína,

Fonte: (ANTÔNIO, 1994)

2. 8 Características da *Chromobacteria violaceum*.

A *chromobacterium violaceum* é uma bactéria saprófita, anaeróbica facultativa, em formato de bastonete (figura 4), que se locomove por meio de flagelos. É encontrada em amostras de solo e água de regiões tropicais e subtropicais de diversos continentes (OLIVEIRA, 2005).



Figura 4 *Chromobacterium violaceum*

Fonte: (ANTUNES 2006)

A característica mais notável da *Chromobacterium violaceum* é a produção de um pigmento chamado violaceína, que tem sido introduzido como composto terapêutico, para fins dermatológicos. A *violaceína* apresenta também atividade antimicrobiana contra importante patógenos, como *Trypanosoma Cruzi*, *Leishmania sp*, e também atividades antiviral e anticarcinogênica (ANTUNES, 2006).

Ocasionalmente, pode atuar como patógeno oportunista em animais e homens e causar septicemia fatal de lesão na pele, com abscesso no fígado e pulmão. Seu potencial patogênico foi descrito em 1905 ao comprovar que esse organismo causava a morte de búfalo d' água por septicemia e infecções em outros animais. Alguns casos de infecção podem ser fatais, sendo que em humanos foram reportados alguns casos (DURAN. et al., 2001).

2.9 Concentração Letal.

Para determinar a toxicidade de uma determinada substância na água na qual os organismos estão expostos, inicialmente é feito um teste de toxicidade aguda para estimar a concentração letal média (CL_{50}) ou dose Letal média (LD_{50}). A CL_{50} fornece informações rápidas sobre o efeito da toxicidade de um determinado elemento, porque geralmente é um teste de curta duração, o qual deve ser especificado (24, 48, 72 ou 96) hora (VILA, 2004).

Os testes agudos de toxicidade são de curta duração, por serem geralmente limitados pela falta de alimentação, pois durante este período os organismos não se alimentam, sendo geralmente conduzidos em espécies únicas (POLETO, 2007).

A CL_{50} tem sido usada de forma intensa na avaliação da qualidade da água e na

medição dos possíveis impactos ambientais; refere-se basicamente à determinação da concentração de uma substância que causa a mortalidade da metade dos indivíduos de uma população sob estudo, normalmente num período de tempo de 96 horas (VEINTEMILA, 2006).

Os testes de toxicidade com organismos aquáticos vêm sendo utilizados para entender os efeitos dos agentes químicos na biota, simulam a situação ambiental em que o organismo está exposto ao agente tóxico, durante um período de tempo (para peixes geralmente em torno de 24 a 96 horas), servindo assim para avaliar o impacto de mistura de poluentes sobre os organismos, em corpos hídricos receptores (VILA, 2004).

3. Justificativa.

O Estado de Mato Grosso é considerado a maior fronteira agrícola em expansão no Brasil, tendo definido nos últimos anos o processo de interiorização do desenvolvimento brasileiro. O interesse específico de fazer crescer o setor agrícola e a necessidade de atender às pressões demográficas e sociais, absorvendo os excedentes populacionais e os grupos de pequenos e médios proprietários, que foram deslocados de suas respectivas áreas agrícolas em detrimento de um processo de modernização na agricultura, levou o poder público a uma efetiva ocupação do território Mato-Grossense (FERREIRA, 2001).

O crescimento agrícola acelerado trouxe consigo novas culturas e tecnologias, proporcionando como base econômica predominante para o estado a agricultura e a pecuária e, secundariamente, o turismo pesqueiro. No entanto, a degradação ambiental provocada pelo crescimento exagerado da agricultura, associada à introdução ilimitada de agrotóxicos em lavouras, sem prévia avaliação de risco de contaminação, aliada à pesca desordenada e predatória praticada na região, tem sido um sério problema de ordem ambiental.

O Brasil, de acordo com dados do Fecomércio, tem gasto anualmente, cerca de 2,5 bilhões de dólares na compra de agrotóxicos. Desses o Estado de Mato Grosso, com uma plantação anual de 7 milhões e 22 mil hectares, consome 859 milhões e 920 mil dólares em agrotóxicos, sendo a soja a grande vilã, com um gasto anual de 600 mil dólares em agrotóxicos (FECOMERCIO, 2006). No ano de 2008, o Brasil foi "consagrado" com o título de campeão mundial de uso de agrotóxicos; foram 673.862 toneladas de defensivos, o equivalente a cerca de 4 quilos por habitante.

De acordo com o Sindicato Nacional da Indústria de Defesa Vegetal, o faturamento da indústria química em 2009 no Brasil foi de US\$ 7,125 bilhões, valor superior aos US\$ 6,6 bilhões do mesmo setor dos Estados Unidos. Atréadas ao tamanho da área plantada, as maiores aplicações se deram nas culturas de soja, milho, cana-de-açúcar, algodão e cítricos (SINDAG, 2010). Segundo Pignati (2010), Mato Grosso consome atualmente 86 mil toneladas de agrotóxico.

Barbosa (2004) relata que agrotóxicos no solo podem sofrer processos degradativos ou ser transportados para outros locais, provocando a contaminação de rios, lagos e outras fontes de água subterrânea. Datam da década de 50 os primeiros relatos sobre resíduos de agrotóxicos no ambiente e nos alimentos, onde foi observada a ocorrência de bioconcentração

e bioacumulação na cadeia alimentar (ALMEIDA, 1974).

Diante deste fato, a avaliação dos efeitos de contaminantes nos ecossistemas vem sendo alvo de monitoramento de pesquisadores mato-grossenses. Dentre eles, há um grupo na Universidade Federal do Estado de Mato Grosso (UFMT) que se destaca por possuir dois bancos de dados, monitorando há 10 anos o uso dos agrotóxicos em águas superficiais, sub-superficiais, no solo e no sedimento no planalto mato-grossense. O segundo grupo, há aproximadamente 4 anos monitora a microbiota da região. Ambos alertam acerca dos efeitos deletérios sobre a biodiversidade, incluindo a aplicação de agrotóxicos, que possivelmente resulta no aumento ou na redução da biomassa microbiana (BRAGA, 2007; PALMA, 2007; AVILA-NETO, 2008; SCATENA, 2008; LOPES, 2008).

Nesse contexto, é preocupante a distribuição local da *Chromobacterium violaceum*, nas regiões litorâneas e limnéticas de Mato Grosso, visto que pesquisas recentes relatam que tal bactéria apresenta uma toxina, classificada como violaceína, de grande importância biotecnológica, por possuir propriedades antibióticas e antitumorais, além de possuir a capacidade de reter metais pesados e auxiliar no controle de pragas agrícolas (ANTUNES et al., 2006).

De acordo com a literatura, o pigmento da *Chromobacterium violaceum*, a enzima violaceína, pode atuar como uma toxina em seres humanos e outros animais, o que pode resultar em septicemia e levar suas vítimas a óbito (OLIVEIRA, 2005).

O registro de resíduos de agrotóxicos na região, assim como o visível aumento da biomassa bacteriana compatível com *C. violaceum* e, conseqüentemente, o aumento da violaceína, pode representar um risco ecológico. Para analisar esse tipo de risco, torna-se necessário observar a saúde de animais, considerando diversas variáveis (VILA, 2004).

Uma dessas análises, utilizada no presente estudo, é o diagnóstico de peixes da espécie *Astyanax assuconensis*, presentes em cursos d'água mato-grossenses, verificando sua susceptibilidade à presença de agrotóxicos ou violaceína e se há sinergismo entre essas duas substâncias, visto que os peixes são considerados organismos do topo da cadeia trófica aquática e estão presentes em quase todos os ecossistemas aquáticos, incluindo os mais poluídos, por possuírem grande capacidade de adaptação às variações ambientais, fator que os tornam modelos interessantes para estudos ecotoxicológicos (VILELA, 2003).

Astyanax sp. foi escolhido para a realização deste experimento por ser encontrado em grande variedade de ambientes, como cabeceiras de rios, lagos e brejos, podendo desta forma

estar em contato com a bactéria *Chromobacterium violaceum*, além de ser facilmente pescado e considerado um ótimo organismo experimental, devido à facilidade de obtenção e de manutenção em condições laboratoriais (SANTOS, 2009).

Este fato justifica o estudo ora desenvolvido, visto que o resultado poderá subsidiar futuros monitoramentos de análise de risco ecológico de contaminação em cursos d'água de regiões agrícolas no Estado de Mato Grosso.

4. Material e Métodos

Os testes foram autorizados pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, referente ao método de ensaio de toxicidade com o peixe lambari *Astyanax sp.* (autorização/SISBIO N° 22001-1, 2009), sendo conduzidos no Laboratório de Taxonomia e Ecologia de Microrganismos Aquáticos e Simbiontes (LATEMAS), no Instituto de Biociências da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT).

Foram utilizados 300 indivíduos jovens da espécie *Astyanax asuncionensis*, capturados aleatoriamente no rio Cuiabá, na Colônia Z- 8, Pedreira São Gonçalo, Cuiabá-MT. Para a realização desse procedimento, utilizou-se tarrafa com as seguintes dimensões: altura máxima de 1,80 metros, malha máxima de 25 mm, confeccionada com linha de náilon monofilamento com espessura máxima de 0,40 mm; e puçá, com até 1,50 metros de diâmetro de boca e malha de até 1 cm entre nó. Os exemplares de peixes capturados passaram por uma triagem no local para diferenciação de espécies e tamanhos e, em seguida, foram acondicionados em sacos plásticos com água do local e refrigerados.

No período de adaptação dos espécimes capturados, foi utilizado aquário de vidro com capacidade para 350 L de água, livre de cloro por evaporação. Os peixes foram mantidos nesse aquário por um período de sete dias para aclimatação; durante esse processo, o aquário foi sinfonado uma vez por dia para eliminar as excretas e, ao mesmo tempo, foi realizada a reposição de 50% do seu conteúdo por água limpa e desclorada. A qualidade da água foi monitorada a cada 24h, medindo-se o oxigênio dissolvido, condutividade, pH e temperatura, com auxílio de kit digital portátil. A aeração foi garantida continuamente por meio de bombas (Tetra Pond AP 400). A alimentação foi ofertada duas vezes ao dia, sendo suspensa 24h antes do início dos testes de toxicidade.

Após esse período, os animais foram distribuídos, aleatoriamente, em microcosmos, sendo considerados como experimento I aqueles que continham 3,0 L de água desclorada e 4 indivíduos, em cada aquário, expostos a diferentes concentrações 1,0 $\mu\text{g. L}^{-1}$; 2,5 $\mu\text{g. L}^{-1}$; 5,0 $\mu\text{g. L}^{-1}$ e 10 $\mu\text{g. L}^{-1}$, do agrotóxico endosulfam na água. Cada microcosmo constituiu uma unidade experimental com 3 microcosmos para cada concentração e um grupo controle, durante 96h. As observações foram realizadas em intervalos de 12h, e os animais mortos foram retirados dos microcosmos e encaminhados para incineração.

O mesmo procedimento foi realizado ao longo das 96h, repetindo-se as concentrações para o experimento II; porém, nesse caso, os indivíduos foram expostos a violaceína, substância tóxica extraída da bactéria *Chromobacterium violaceum*.

No experimento III, submeteram-se os indivíduos, durante 96h, às mesmas concentrações, porém adicionando-se a todos os microcosmos as duas substâncias - endosulfam e violaceína. Desta forma, os microcosmos continham concentrações de 1,0 µg. L⁻¹; 2,5 µg. L⁻¹; 5,0 µg. L⁻¹ e 10 µg. L⁻¹ do agrotóxico endosulfam na água, associadas às mesmas concentrações da toxina violaceína.

Para a extração da violaceína, de *Chromobacterium violaceum*, cultivou-se a cepa CCT-3496 (coleção de cultura da Fundação André Tosello Pesquisa e Tecnologia, Campinas, SP), repicando-se uma colônia por esgotamento em placa de Agar até obtenção de biomassa suficiente para o experimento. Posteriormente a esse procedimento, foram preparados dois frascos contendo 100 mL de caldo nutriente: um frasco foi inoculado com a cepa de *C. violaceum*, por 24h a 30°C e o outro frasco manteve-se estéril como controle.

Após 24h, seguindo o protocolo de Antônio (1994), inoculou-se 1,0mL dessa cultura em meio de amido (4 g de grãos de arroz em 30 mL de água destilada autoclavados a 1,0 atm e 121°C/20 minutos). Ao crescimento de *C. violaceum* neste meio sólido, observou-se a formação de uma substância superficial de coloração roxa, que foi raspada e adicionada a 250mL de água destilada e, em seqüência, realizada a homogeneização por agitação. O conteúdo obtido foi filtrado em filtro de algodão (malha fio - 30 mm) e, após, foram acrescentados 4mL de acetato de etila, agitou-se por 3,0 minutos para separação da fase orgânica (uma vez que violaceína é solúvel em acetato de etila e não miscível com o meio aquoso). Após esses procedimentos, a suspensão foi decantada e, com auxílio de uma pipeta, foi retirada a fase orgânica e lida a absorvância em espectrofotômetro (577nm), conforme Antônio (1994).

Para calcular a concentração de violaceína que seria adicionada aos microcosmos, realizaram-se os cálculos considerando o valor de extinção ($\epsilon = 1,7 \cdot 10^4 \text{ mol}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$) (ANTONIO, 1994).

Para a determinação da concentração letal (CL₅₀) aos indivíduos expostos às diferentes concentrações do endosulfam e da violaceína associados, nos microcosmos por um período de 96h, foram realizadas leituras parciais após 24h, 48h, 72h. Para o cálculo da CL₅₀ 96h, utilizou-se a matriz de correlação do experimento I, II e III. Em todos os experimentos foram

verificadas, no decorrer das 96hs, as variáveis limnológicas oxigênio dissolvido (mg. L^{-1}), condutividade elétrica ($\mu\text{S.cm}^{-1}$), temperatura ($^{\circ}\text{C}$) e pH.

Para determinar o comportamento de *Chromobacterium violaceum* em presença do agrotóxico endosulfam, foram preparados seis frascos contendo 100ml de caldo nutriente; quatro frascos foram inoculados com a cepa de *C. violaceum* e o agrotóxico endosulfam, respectivamente, nas concentrações de $1,0 \mu\text{g.L}^{-1}$; $2,5\mu\text{g.L}^{-1}$; $5,0 \mu\text{g.L}^{-1}$ e $10 \mu\text{g.L}^{-1}$, por frasco. Os demais frascos, um foi inoculado com a cepa de *C. violaceum* sem a adição do agrotóxico e no outro se manteve apenas o caldo nutriente, mantendo-se assim dois controles.

Em tempos pré-estabelecidos, 3mL de todos os frascos eram retirados e realizada a leitura da absorbância em um espectrofotômetro (Beckman 600) à 720nm, de acordo com a literatura (ANTÔNIO, 1994).

Os períodos para a realização das leituras corresponderam do T^0 até T^{120} , sendo que do T^0 ao T^{12} , as leituras foram realizadas a cada uma hora, do T^{12} para o T^{24} após 12 horas, e do T^{24} ao T^{120} de 24 em 24 horas.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Análise da toxicidade do endosulfam sobre *Astyanax sp.*

Em relação ao teste de toxicidade no experimento I, com lambaris expostos ao endosulfam em diferentes concentrações, os resultados corroboram com aqueles encontrados por Novak e Ahmad (1989), ou seja, o aumento da concentração provoca uma maior mortalidade, independente da variável do tempo (Tabela 1).

De acordo com os resultados obtidos no experimento I (Tabela 2), observa-se que o endosulfam, na concentração de 2,5 $\mu\text{g.L}^{-1}$ pode ser considerado um risco para a espécie em estudo, independente do tempo de exposição ao agente tóxico.

Tabela 1 Resposta de peixes expostos (n=12/tratamento empregado) a diferentes concentrações de endosulfam em diferentes períodos de tempo

Concentração ($\mu\text{g.L}^{-1}$)	Tempo	Mortalidade (%)
1,0	24	25,00
	48	50,00
	72	67,07
	96	83,03
2,5	24	50,00
	48	83,33
	72	100,00
	96	100,00
5,0	24	50,00
	48	75,00
	72	100,00
	96	100,00
10,0	24	50,00
	48	83,00
	72	100,00
	96	100,00
Controle	24	16,00
	48	0,00
	72	0,00
	96	8,00

No tratamento controle, como era esperado, não houve mortalidade de 50% dos peixes até o final do experimento (96h), havendo uma mortalidade de 16% nas primeiras 24h, inferior aos demais tratamentos no mesmo intervalo de tempo inicial. Após 24h de exposição, o tratamento de menor concentração do endosulfam causou 25% de mortalidade; já nos microcosmos que receberam concentrações maiores, respectivamente, 2,5 $\mu\text{g.L}^{-1}$; 5,0 $\mu\text{g.L}^{-1}$ e 10,0 $\mu\text{g.L}^{-1}$, a mortalidade dos peixes atingiu 50% após 24h de exposição, indicando alto índice de toxicidade de endosulfam para a espécie em estudo, devendo-se ressaltar que a legislação brasileira, Resolução Conama nº 357, de 17 de março de 2005, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, estabelece 0,056 $\mu\text{g.L}^{-1}$ como valor máximo permitido deste pesticida na água bruta (BRASIL, 2005). Considerando-se esses resultados, é interessante que a legislação seja sempre considerada, principalmente porque a riqueza das espécies de peixes é elevada e as taxas apresentam limites de tolerância específicos às propriedades físicas, químicas e biológicas dos ecossistemas aquáticos.

De acordo com os resultados aqui apresentados, e por outros trabalhos realizados, os resíduos de endosulfam em peixe são mais dependentes da concentração deste agrotóxico na água do que do período de exposição dos indivíduos ao agrotóxico (NOVAK; AHMAD, 1989).

Considerando os resultados de Novak e Ahmad (1989), cujos experimentos realizados durante uma semana com peixes expostos a 2,0 μg de endosulfam por litro de água mostraram que esses indivíduos concentraram menos agrotóxicos do que quando expostos a uma concentração maior durante 24h. Conclui-se, dessa forma, que a concentração foi mais determinante do que o tempo de exposição; considerando as diversas concentrações de endosulfam utilizadas na realização deste experimento, não foi feito o monitoramento das concentrações na água ao longo do trabalho, ou seja, não se verificou se houve redução da concentração do endosulfam nos microcosmos no decorrer do período de 96h. Reforçam essa decisão, os resultados obtidos por Palma (2007) em experimento *in vitro* realizado para verificação de fotólise deste xenobionte em microcosmo, os quais mostraram não ser significativo por 144 horas, ao nível de confiança de 99,95%.

Em todos os tratamentos com endosulfam, os peixes mostraram alterações em seu comportamento, que se mostrou anormal a partir de 24h de exposição, permanecendo próximos à superfície dos microcosmos apresentando, em vários momentos, nado desordenado, chocando-se contra a parede do aquário e, momentos antes da morte, apresentaram prostração. Esses resultados corroboram com aqueles encontrados por Santos

(2009), que submeteu a mesma espécie deste estudo a concentrações variadas de zinco na água. Esses resultados também se assemelham aos demonstrados por outros autores ao submeterem algumas espécies de teleósteos ao agrotóxico endossulfam (JOSHI; REGE, 1980; NAQVI; HAWKINS, 1988).

Segundo Jonsson (1991), a agitação e a prostração dos peixes ocorrem devido à exposição ao agente tóxico, porque o endossulfam possui uma capacidade de interferir no acoplamento de alguns neurônios transmissores em receptores específicos. Devido a esse fator, a ação da serotonina é interrompida, provocando conseqüentes alterações nos padrões fisiológicos normais do mecanismo de neurotransmissão. Um outro fator para explicar a hiperatividade dos peixes expostos ao endossulfam é relatado por Vila (2004), que relaciona tal comportamento a ATPase, enzima que tem como função regular o transporte ativo de sódio e potássio (Na^+/K^+), através das membranas de neurônios. Ao expor peixes ao agente tóxico endossulfam, Jonsson (1991) também constatou a inibição desta enzima, que contribui para que a provável hiperatividade dos peixes seja conseqüência de alterações intra e extra celulares de sódio e potássio.

A presença dos peixes na superfície do microcosmo pode estar indicando que, devido ao fato desta apresentar uma maior concentração de oxigênio, os indivíduos estavam em busca de maior disponibilidade de oxigênio, apesar de durante todo o experimento bombas que oxigenavam a água foram mantidas ligadas nos microcosmos e monitorado o oxigênio dissolvido, sempre igual ou acima de 3 mg. L, em atendimento às recomendações para a espécie em ambientes naturais (GARUTTI, 2003). Outro possível fator que contribui para uma maior demanda de oxigênio é o tamanho do indivíduo, pois, geralmente, organismos menores apresentam maior superfície corporal em relação ao peso corpóreo, com conseqüente aumento da taxa respiratória (MURTY, 1986).

Em face os espécimes utilizados serem juvenis e, conseqüentemente, apresentarem uma reserva lipídica pequena, é possível que esta não tenha atuado como depósito de agrotóxico. A esse respeito, Singh e Narain (1982) relatam que peixes de maior tamanho possuem uma grande reserva lipídica, pois o conteúdo de gordura em seus tecidos aumenta com a idade do animal, funcionando como um depósito de xenobiontes, protegendo de certo modo os seus órgãos mais sensíveis.

Um outro fator de toxicidade de agrotóxicos em peixes menores está relacionado a uma maior atividade metabólica, que intensifica a velocidade respiratória, ocorrendo um aumento da ventilação em nível branquial e, portanto, uma maior absorção do xenobionte (MATTHIESSN et al., 1982; MURTY, 1986).

Outra relevante justificativa para a presença dos peixes na superfície dos microcosmos está relacionada à capacidade dos mesmos excretarem xenobióticos (JONSSON, 1991). Nesse experimento, após a aplicação do endossulfam, os microcosmos não foram sinfonados, com receio de alterar a concentração do agrotóxico. Dessa forma, as excretas permaneceram no fundo dos aquários durante as 96h, tornando-se, assim, mais uma fonte de contaminação nos microcosmos (JONSSON, 1991).

5.2. Análise da toxicidade da violaceina sobre *Astyanax sp.*

No experimento II, o tempo foi um fator importante e independente da concentração da toxina (Tabela 3). Assim, como no experimento I, no tratamento controle não houve mortalidade de 50%. Nos demais microcosmos desse experimento II, observou-se que a porcentagem de mortalidade ocorreu em intervalo de tempo maior. No entanto, as alterações comportamentais dos peixes apresentaram-se mais expressivas, se comparadas às do experimento I.

Quanto à mortalidade dos peixes expostos à violaceina, resultado semelhante foi apresentado por Duran et al. (2001), ao verificarem a dizimação de peixes do Rio Negro, cuja responsável seria esta toxina produzida pela *C. violaceum*. Também há relatos de protozoários ciliados que morreram rapidamente quando expostos à mesma toxina (SIQUEIRA et al., 2005).

Vale ressaltar que a bactéria *Chromobacterium violaceum*, por ser Gram negativa, produz endotoxinas, que são liberadas na forma de violaceina quando a célula entra em senescência (ANTONIO, 1994). O sistema de *quorum sensing* desta espécie e seus sistemas autoindutores (N-acil homoserina lactonas), pequenas moléculas que se difundem livremente para dentro e para fora das células, provavelmente aumentam a sua versatilidade e a adaptabilidade (PERPETUO et al., 2009) destes organismos ao estresse provocado por ambientes alterados, a exemplo de sistemas agrícolas em Mato Grosso.

O resultado desse experimento demonstra que a violaceina é tóxica para peixes da espécie em estudo, porém quando comparado com o experimento I, sua toxicidade é lenta, possibilitando um maior tempo de sobrevida (Tabela 2).

Tabela 2 Peixes expostos (n=12/tratamento empregado) a diferentes concentrações de violaceína em diferentes intervalos de tempo.

Concentração ($\mu\text{g.L}^{-1}$)	Tempo	Mortalidade (%)
1,0	24	50,00
	48	58,33
	72	83,33
	96	100,00
2,5	24	41,67
	48	58,33
	72	91,67
	96	100,00
5,0	24	41,67
	48	50,00
	72	75,00
	96	100,00
10,0	24	58,33
	48	66,67
	72	75,00
	96	100,00
Controle	24	0,00
	48	0,00
	72	8,00
	96	16,00

5.3 Análise da toxicidade pela associação do endosulfam com violaceína sobre *Astyanax sp.*

Considerando-se os resultados do experimento III, no qual foram associados o endosulfam e a violaceína, percebe-se uma menor taxa de mortalidade (Tabela 3), independente do gradiente tempo ou concentração. A esse respeito, Goebel. et al. (1982 apud JONSSON 1991) relatam que o sistema enzimático presente em microrganismos favorece a hidrólise dos mesmos, sendo esta consideravelmente elevada se a água apresentar uma alta concentração de bactérias. Experiências realizadas pelos autores com pseudomonas

mostraram um aumento de 3 a 5 vezes na degradação do endosulfam, sendo necessária para este processo uma alta concentração de oxigênio dissolvido e pH no mínimo igual a 7, condições verificadas neste experimento e que possivelmente, tenham favorecido a hidrólise do endosulfam nos microcosmos na presença da violaceína, extraída da bactéria *Chromobacterium violaceum*.

Para Braga (2009), entre os efeitos dos xenobióticos sobre os microrganismos está a inibição do crescimento, interferindo nos processos bioquímicos destes. Mas não é raro encontrar aqueles que podem estimular o crescimento, principalmente os que estiverem adaptados à presença da molécula, utilizando esta como fonte de algum benefício nutricional, conforme verificado por Palma (2007).

Um possível mecanismo de proteção ou de neutralização de algum agente tóxico, pela combinação da enzima com o xenobionte, pode ter influenciado na baixa mortalidade, comparativamente aos outros dois experimentos. Todavia, a literatura apresenta respostas fisiológicas à exposição de peixes a substâncias isoladas, como Santos (2009), que relatou experimento com peixes expostos a zinco, resultando em alterações estruturais como a presença de edema acompanhado pelo destacamento do epitélio lamelar, sendo este o primeiro sinal de toxicidade em peixes. Cenzis e Unlu (2002) reportaram que edema do epitélio filamental e lamelar são descritos em peixes expostos a diferentes poluentes e este espessamento causa fusão parcial das lamelas secundárias, tornando esse fato um possível mecanismo de proteção, pois diminui a área de exposição das lamelas secundárias ao agente tóxico.

Alguns trabalhos realizados com organismos aquáticos expostos ao endosulfam e a outros agrotóxicos demonstraram o acúmulo dos compostos por certo período de tempo até atingir um estado de equilíbrio, caracterizado pelo aparecimento de um *plateau*, no qual a concentração se mantém constante (JONSSON, 1991).

Experimentos realizados em *Catostomus comersoni* evidenciaram este estado de equilíbrio para endosulfam, assim como determinaram a bioconcentração do mesmo entre a 9 e 12 horas de exposição (SCHOETTGER, 1970 apud JONSSON, 1991).

Embora existam na literatura dados sobre a toxicidade do endosulfam em diversos peixes, informações sobre a toxicidade da violaceína em peixes são escassas, assim como estudos referentes à concentração letal de violaceína para peixes. Não foram encontradas na literatura referências sobre sinergismo - efeitos combinados, aditivos ou potencializadores, ou de neutralização dos compostos associados, como os estudados neste trabalho, seja por

antagonismo ou por outra causa qualquer. Os resultados encontrados, neste caso, diferiram daqueles esperados na hipótese inicial deste trabalho.

Tabela 3 Peixes expostos (n=12/tratamento empregado) a diferentes concentrações de violaceina associada ao agrotóxico endossulfam, em intervalos de tempo variados.

Concentração ($\mu\text{g.L}^{-1}$)	Tempo	Mortalidade %
1,0	24	16,67
	48	33,33
	72	41,67
	96	58,33
2,5	24	33,33
	48	41,67
	72	66,67
	96	66,67
5,0	24	33,33
	48	50,00
	72	66,67
	96	66,67
10,0	24	16,67
	48	25,00
	72	41,67
	96	50,00
Controle	24	0,00
	48	16,00
	72	8,00
	96	8,00

Para determinar a CL_{50} em todos os experimentos, observou-se o comportamento, a mortalidade e as variáveis limnológicas, que apresentaram pH: entre 8,5 e 9; oxigênio dissolvido acima de 30 mg/L; temperatura entre 24°C e 26°C e condutividade média 50 $\mu\text{S/cm}$, durante 96h, período em que os peixes foram expostos às diferentes substâncias. Desta forma, a CL_{50} 96hs foi calculada de acordo com a média para cada intervalo de tempo (Tabela 4).

De acordo com os dados obtidos, percebe-se que a CL_{50} para o experimento I é influenciada pela concentração e pelo tempo de exposição. A mesma foi alcançada em 24hs.

Embora 96 horas tenha sido o tempo proposto neste estudo, caracterizado como o período suficiente para que o agrotóxico exerça a sua função letal em indivíduos aquáticos, neste experimento alcançou-se a CL_{50} em 24h, para concentração de $6,77 \mu\text{g.L}^{-1}$, valor bem superior ao permitido pela legislação.

Para o experimento II, a CL_{50} também foi atingida em 24h. Apesar da CL_{50} do experimento I ser inferior a CL_{50} do experimento II, que é de 7,61, esse resultado nos leva a supor que a toxicidade da violaceína é tão significativa para a espécie em estudo quanto a do endossulfam, considerando-se o mesmo intervalo de tempo.

Quando se associou os dois compostos para calcular a CL_{50} (experimento III), percebeu-se a impossibilidade de ajuste no prolongamento da reta, devido a efeitos combinados. Este resultado sugere que a associação destes compostos define uma lentidão tóxica para a espécie em estudo. Desta forma, cada indivíduo exposto a um (ambiente) estressor apresenta comportamento parcialmente diferente. No entanto, tais comportamentos, embora não tenham resultado em letalidade no tempo esperado, ou seja, em menor tempo, não permitem concluir que esses dois componentes tóxicos (violaceína e endossulfam), quando associados, exerçam propriedades antagônicas entre si, que poderia propiciar uma maior sobrevivência à espécie em estudo. Os resultados indicam que, apesar das possíveis alterações funcionais, os indivíduos conseguem sobreviver por mais tempo.

Tabela 4. Análise da Concentração letal (CL_{50}), nos experimentos I, II e III, com as diferentes substâncias.

Substâncias	Experimento	24hs	48hs	72hs	96hs
Endossulfam	I	6,77	0,78	0,00	0,00
Violaceína	II	7,61	3,08	0,00	0,00
Violaceína associada ao endossulfam	III	0,00	0,00	0,00	0,00

5.4 - Análise do crescimento bacteriano de *Chromobacterium violaceum* na presença do endossulfam.

As concentrações de endossulfam utilizadas no experimento estão acima do índice permitido pela Resolução Conama nº. 357, de 17 de março de 2005, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, que estabelece $0,056 \mu\text{g.L}^{-1}$ como valor máximo deste pesticida na água bruta (BRASIL, 2005). No entanto, algumas concentrações foram inferiores às encontradas por ROCCI (2010) em curso d'água mato-grossenses.

As curvas de crescimento de *C. violaceum*, em presença de diferentes concentrações do agrotóxico endossulfam, são apresentadas na Figura 5, onde o crescimento celular é expresso como a absorbância (720 nm) do caldo de cultivo. Neste comprimento de onda, é possível avaliar o crescimento celular pelo aumento da turbidez do meio de cultura, sem interferência da mudança de cor provocada pela produção de violaceína (ANTONIO, 1994).

Os resultados aqui expostos corroboraram com o autor, visto que o aumento da concentração de agrotóxico nos experimentos tornou o meio mais turvo, resultando em uma absorbância maior e, conseqüentemente, indicando um maior crescimento celular.

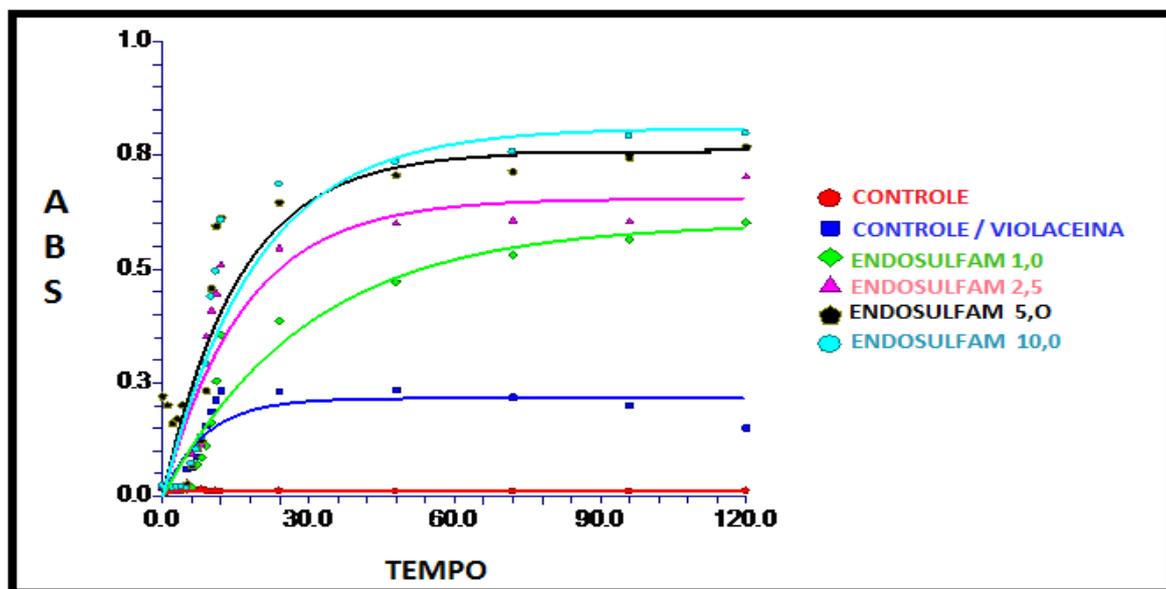


Figura 5. Crescimento de *C. violaceum* na presença de endossulfam

Abs- Absorbância, nm- nanômetro, h – horas.

Vale ressaltar que a bactéria *C. violaceum*, por ser Gram negativa, produz endotoxinas, que são liberadas, entre outras, na forma de violaceína quando a célula entra em senescência. O sistema de *quorum sensing* desta espécie e seus sistemas autoindutores (N-acil homoserina lactonas), pequenas moléculas que se difundem livremente para dentro e para fora das células, provavelmente aumentam a versatilidade e a adaptabilidade (PERPETUO et al., 2009) destes organismos ao estresse provocado por ambientes alterados.

Cabe destacar que, em sistemas agrícolas em Mato Grosso, tem sido notado um crescente desenvolvimento de biofilme na superfície da água de nascente represada. Palma (2007) relata uma grande concentração de biofilme (furta-cor), em represa situada na cidade de Campo Verde – MT. Após a coleta desse biofilme, foram encontradas cepas com características de *C. violaceum*, cuja identificação foi confirmada em nível e gênero após testes moleculares. A esse respeito, Grangeiro et al., (2004) ressaltam que *C. violaceum* vive em regiões quentes, fator bastante disponível em Mato Grosso, cuja temperatura média anual varia em torno de 30C°.

Outro fator que pode estar contribuindo com a presença da *C. violaceum* em cursos d'água mato-grossenses se refere à presença de agrotóxicos, visto que o Estado é considerado como o “líder no uso de agrotóxico”, devido a sua grande utilização na agricultura, resultando na contaminação dos cursos d'água.

Quando submetida *in vitro* ao agrotóxico endossulfam, a *C. violaceum*, sob condições similares ao ambiente agrícola, apresentou um alto crescimento celular, detectado por absorvância, indicando que a mesma provavelmente esteja usando o endossulfam como fonte de energia, o que propiciou um crescimento acelerado e abundante.

Resultados semelhantes foram registrados por Sumita, et al., (2007), ao exporem a *C. violaceum* a diferentes concentrações de sulfatos de zinco, cobre, alumínio e manganês, obtendo alto crescimento celular, independente da concentração dos metais traços. No entanto, experimentos em água realizados por DeLorenzo, et al. (1999 apud BRAGA 2009), utilizando concentrações de endossulfam (1,0 µg a 10,0µg) em comunidades microbianas, resultaram na redução da produtividade de microrganismos.

A esse respeito, Grangeiro, et al., (2004) ressaltam que a *C. violaceum* está exposta a condições ambientais variadas, o que requer grande adaptabilidade e sistemas de proteção. Esses fatores poderiam explicar a alta habilidade de sobreviver sob diferentes tipos de estresse ambiental (HUNGRIA et al., 2004), tal como a presença de endossulfam no ambiente.

Um outro fator relevante de grande destaque é o fato de a *C. violaceum* apresentar um metabólito secundário, característico de um grupo particular de microrganismos e, às vezes,

apenas de uma cepa (ANTONIO, 1999). A esse respeito, Palma (2007) destaca que xenobiontes podem estimular o crescimento de microrganismos, principalmente daqueles que utilizam estas como fontes nutricionais.

Vale ressaltar que a maior concentração de endosulfam resultou em um maior crescimento celular (Figura 5), podendo a *C. violaceum* estar utilizando o endosulfam como fonte de carbono. Desta forma, a *C. violaceum*, assim como a presença de seu biofilme, podem ser considerados como indicadores de alterações ambientais provocadas pela introdução de substâncias tóxicas no meio ambiente, como o xenobionte empregado neste estudo, que pode estar sendo utilizado como fonte de nutriente, ocasionando a diminuição de nutriente tendo reduzido o crescimento da biomassa no tratamento com $1,0\mu\text{g.L}^{-1}$ de endosulfam.

O comportamento das curvas, tendendo à estabilidade após 60h de exposição das bactérias, pode ser decorrente do mecanismo *quorum sensing*, em que moléculas sinalizadoras e reguladoras controlam o crescimento populacional, que foi constatado pelo resultado da absorbância.

No entanto, percebeu-se que o aumento da concentração de endosulfam retardava o surgimento do biofilme nos frascos, ou seja, da violaceína.

De acordo com Antonio (1994), a violaceína é uma substância tóxica produzida quando a *C. violaceum* entra em sua fase estacionária de crescimento celular. A esse respeito, o mesmo autor relata que a produção do pigmento (violaceína) não é essencial à sobrevivência e ao crescimento do microrganismo, visto que a *C. violaceum* apresenta metabolismo secundário.

No entanto, a literatura não trata claramente a violaceína como um metabólito secundário. O mesmo autor sugere que o aumento desta toxina pode ser um mecanismo de proteção contra a morte celular. Outro fator relevante relacionado à formação de metabólitos secundários são relatados por Demail et al., (1993 apud ANTONIO 1994), que ressaltam que quando microrganismos são cultivados em meios artificiais, dificilmente sintetizam metabólitos secundários, ou o fazem bem abaixo do seu potencial.

Desta forma, a síntese do metabolismo secundário pode estar sendo prejudicada pelo aumento da concentração do endosulfam nos experimentos, visto que concentrações maiores resultaram na formação tardia do biofilme, quando comparada às demais concentrações. Neste aspecto, Rodrigues (2007) sugere que elevadas concentrações de violaceína exercem efeitos tóxicos para a própria célula. Essa toxicidade pode explicar a diminuição do crescimento celular em nível de absorbância, nos frascos com menores concentrações de endosulfam.

6. CONCLUSÕES

- ✓ Nas condições experimentais utilizadas no presente estudo, o pesticida endosulfam e a enzima violaceína mostraram-se tóxicos para *Astyanax sp.*;
- ✓ A espécie *Astyanax* mostrou-se mais sensível à violaceína mesmo quando exposta a baixa concentração;
- ✓ A associação da violaceína ao endosulfam pode alterar o tempo de vida da espécie em estudo;
- ✓ A *Chromobacterium violaceum* é capaz de crescer em ambiente com altas concentrações de endosulfam.

7. RECOMENDAÇÕES

- Existe a necessidade de se avaliar a toxicidade da violaceína para outros organismos aquáticos, visando a um resultado que permita discutir os riscos do impacto ambiental proveniente de sua toxicidade.
- Recomenda-se o estudo de *C. violaceum* na presença de outros agrotóxicos eventualmente presentes em cursos d'água Mato-Grossenses.
- Estudos mais detalhados sobre a toxicidade da violaceína e a sua associação a outros agentes químicos precisam ser realizados, principalmente referente a antagonismo
- Existe a necessidade de se pesquisar e de se monitorar o aumento da biomassa de *C. violaceum* em águas mato-grossenses.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, W. F. **Acumulo de Inseticida no homem e sua significação epidemiológica.** O Biol., São Paulo, v. 40, n° 6, p. 171- 183, 1974

ANTÔNIO, V. R. **Biossíntese de violaceína por *Chromobacterium violaceum*: Síntese e atividades Biológicas de um provável Intermediário.** Tese (Doutorado em ciências Biológicas) Universidade Estadual de Campinas. 1994. 86p.

ANTUNES, A. A; SILVA, M.L.R.B; SILVA, C. A. A. TAKAKI, G. M.C. **Characterization of *chromobacterium violaceum* isolated from paca river, Pernambuco.** Rev. brasil. de biologia e ciências da terra- suplemento especial no 1° e 2° semestre de 2006.

AVILA NETO,P.M. **Efeito do pesticida trifluralina sobre bactérias edáficas de região agrícola, Campo Verde,MT.** Cuiabá. Monografia de(Conclusão de curso em Biologia). Universidade Federal de Mato Grosso.2007. p.41

BARBOSA, L. C. A. **Os pesticidas o Homem e o Meio Ambiente.** Viçosa: UFV, p. 215, 2004.

BERTOLETI, E, **Indicadores Ambientais Conceitos e Aplicações.** Edt: Univ Pontifica de Comillas, 2001 p. 228.

BOISBAUDRAN,L.D. **Matiere Colorante se formant dans la cole de farine.** comp. rend.1882. v.94: p.-565.

BRAGA, K. J. **Biodegradação do diuron e do sulfato de endosulfam e sua influencia na cinética de crescimento de microorganismos edáficos.** Dissertação (mestrado em recursos hídricos) universidade federal de Cuiabá- 2009. P.159.

CALDAS,L.R. **Photochemistry and photobiology in virgin land.** Photochem. Photobiol v.26. p 2. 1977

CAPKIN, E.; ALTINOK, I.; KARAHAN, S. **Water quality and fish size affect toxicity of endosulfan, an organochlorine pesticide, to rainbow trout.** Chemosphere, 64:1793-1800, 2006

CARDONA.G.C.M, **Linguagem dos riscos e sujeitos posicionados: o uso de agrotóxicos no vale de quíbor, Venezuela.** Tese (Doutorado em Psicologia social). PUC. São Paulo 2004. p.199

CENGIZ, E. I. UNLU, E. **Histopathological changes in the gills of mosquito fish gambusia affinis exposed to endosulfan**. Bulletin of environmental contamination and toxicology, v.68 p. 296, 2002.

CETESB. **Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental**. Disponível em: http://www.cetesb.sp.gov.br/emergencia/produtos/ECO_HELP.htm-30k > Help Informações Eco toxicológicas. Acessado em Novembro 2008.

CONAMA-Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA n°357 de 17/03/2005**, 2005.

CRESTANI, M. **Efeitos do herbicida clomazoni sobre parâmetros metabólicos e antioxidantes em jundiás (*Rhamdia quelen*)**. Dissertação (mestrado em bioquímica toxicológica) universidade federal de Santa Maria .2004. P.109.

DARHOUG, Z. K. A., **Influência de pesticidas sobre comunidades bacterianas de represa, em região agrícola, próxima à nascente do Rio São Lourenço, Campo Verde – Mato Grosso**. Cuiabá: UFMT. Monografia de conclusão de curso. 2007. 43p

DORES, E. F. G.C. **Contaminação por herbicidas das águas utilizadas para consumo humano em Primavera do Leste, Mato Grosso**. Tese (Doutorado. Cuiabá, 2000. 203p.

DORES, E. F. G. C; DE – LAMONICA- FREIRE, E. M. **Contaminação do ambiente aquático por pesticidas: Vias de contaminação e dinâmica dos pesticidas no ambiente aquático**. Pesticidas: Revista de Eco toxicologia e Meio ambiente, v 9, 2001. p. 1 -18.

DURAN, N. MENCK, C. F. ***Chromobacterium violaceum*: a review of pharmacological and industrial perspectives**. Crit. Ver. Microbiol.; v.27, p 222, 2001.

DURAN. N; RETTORI, D.; MENCK,C.F.M. **Quem é a *Chromobacterium violaceum***. Revista. Biotecnologia ciências e desenvolvimento. N°20. Maio/junho 2001.

ENGELHARDT, G. T.; SARMENTO, R. **Comportamento ambiental do thiodan CE (endosulfam) usado no controle químico da broca do fruto do cafeeiro**. Dissertação (Parte da dissertação de mestrado, defendida em 28/04/2003). Disponível em http://seculodiario.com/arquivo/2004/marco/23/noticiario/meio_ambiente/arquivo.doc. Acesso junho de 2008

FECOMERCIO. **Agrotóxico no Estado. Sistema Federação do Comércio de Bens, serviço e Turismo do Estado de Mato Grosso.** Disponível em <http://www.fecomercio-mt.com.br>. Acesso em 5 de fevereiro de 2008.

Fernandes, G. **O veneno no pão nosso de cada dia.** Rev. Caros Amigos. Edt. Casa amarela. Dezembro 2009.

FERREIRA, J.C.V. **Mato Grosso e seus Municípios.** Cuiabá: Secretaria do Estado de Educação. Edt. Buriti. 2001 p.600.

FRACÁCIO. R. **Estudos limnológicos e ecotoxicológicos (laboratoriais *in situ*), com ênfase na toxicidade de matais e de pesticidas organoclorados em peixes (*Danio rerio* e *Poecila reticulata*)- sub bacia do rio Monjolinho (São Carlos – SP).** Tese(Doutorado em ecologia e recursos naturais). Universidade Federal de São Carlos.2006. p.209.

GRANGEIRO, T.B; JORGE, D.M; BEZERRA, W.M; VASCONCELOS, A. T; SIMPSON, A. J. **Transport genes of *Chromobacterium violaceum*: na overview.** Gen. Mol. Res. V., nº1. p117. 2004.

GARUTTI, VALDEMAR. **Piscicultura Ecológica.** São Paulo: Editora UNESP, 2003.p.333.

GEORGETTI, M. S; ROCHA, O; SALVADOR, N. N. B; **Impactos tóxicos causados pelo lançamento de efluentes em corpos d' água.** São Carlos. v.8. p. 5. 2008.

HUNCRIA, M; NICOLAS, M. F; GUIMARÃES, C. T; JARDIM, S. N; GOMES, E. A; VASCONCELOS, A.T. **Tolerance to stress and environmental adaptability of *Chromobacterium violaceum*.** Gem. Mol. Rev. V3. nº1. p.102. 2004.

JONSSON, C. M. **Estudo de Toxicidade e Acumulo de Endosulfam nos Peixes *Brachydanio Rerio* e *Hyphessobrycon Bifasciatus*.** Dissertação (Mestrado em Ciências de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas. 1991. 162p.

JOSHI, A. G; REGE, M. S. **Acute toxicity of some pesticides and a few inorganic salts to the mosquito fish *Gambusia affinis* (Baird end Girard).** Indian J. Exp. Biol., 18 : p 435 – 437, 1980.

MEDAUAR, O. **Coletânea de Legislação de Direito ambiental.** Revista dos Tribunais, edição 4, 2005. p. 283 – 290.

MONTOYA, L.N. F. **Efeitos do thiodan® sobre a morfologia do testículo de tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*) sexualmente imatura.** Dissertação (Mestrado em medicina veterinária) Universidade Federal de Viçosa, MG. 2008. p.77.

MORAIS, D. K. **Estudo de estirpes bacterianas isoladas no bacterioplancton de uma represa em área agrícola Mato – Grossense, com potencial de degradação de xenobiontes.** Trabalho de Conclusão de curso. (Graduação em Licenciatura em Ciências Biológicas) Universidade Federal de Mato Grosso.2008

MOREIRA, L. U. B. **Análise ecotoxicológica em viveiro de carcinicultura de água doce, utilizando o cladóceros *Ceriodaphnia dubia* como organismo teste.**Dissertação (Mestrado em Aqüicultura e pesca). São Paulo. 2007. p.70.

MATTHIESSEN, P; FOX,P. J; DOUTHWAIT,R.J;WOOD,A.B **Accumulation of endosulfan residues in fish and their predators after aerial spraying for the control of tsetse fly in Botswana.** Pest. Sci, 13:p. 39- 48. 1982.

MURTY, A. S. **Toxicity of pesticides to fish.** Boca Raton, CRC Press Inc.; 1986.

NAQVI, S, M; HAWKINS, R. **Toxicity of selected insecticides (Thiodan®, Security, Spartan and Sevin) to mosquito fish, *Gambusia affinis*.** Bull Environ Contam Toxicol, 40 779- 784, 1988

NOVAK, B; AHMAD, N. **Residues in fish exposed to sublethal doses of endosulfan and fish collected from cotton growing area.** J. Environ. Sci. Health B, 24 (1): p. 97-109. 1989.

OLIVEIRA, C.G. **Regulação Gênica da Biossíntese de violaceína e *Quorum Sensing* em *Chromobacterium violaceum*.** Tese (Doutorado em engenharia química). Universidade Federal de Santa Catarina. 2005 P.142

PALMA, D. C. A. **Ensaio metodológico para verificação da influência de pesticida sobre comunidade bacteriana.** Cuiabá, MT: Instituto de Biociências/UFMT. Monografia de conclusão de curso. 2007. 46p.

PERPETUO A. E. MARQUES, P. C. R. MENDES, M. A. LIMA, C. V. MENCK, M. F. C. NASCIMENTO, O. A. C. **Characterization of the phenol monooxygenase gene from *Chromobacterium violaceum*: potential use for phenol biodegradation.** Biotechnology and bioprocess engineering 2009, 14: 694 -701.

PIGNATI, V. **Abre o olho, Companheiro!- “Mato Grosso é campeão nacional em abuso de venenos agrícolas e de agravos à saúde relacionados ao agronegócio”.** Disponível em <http://paginadoenock.com.br/home/post/4735>. Acessado em maio 2010.

PINHEIRO,S.YUSSEF,N.DIOCLECIO.L. **Agricultura ecológica e a máfia dos agrotóxicos no Brasil**.Ed. Juquira.1988. p.355

POLETO, C. **Fontes potenciais e qualidade de sedimentos fluviais em suspensão em ambiente urbano**. Tese (doutorado em Recursos Hídricos e Saneamento ambiental). Universidade Federal do Rio Grande do sul. Porto Alegre. 2007. p.159.

RAMOS, M.A.G. **Estudo da Biorremediação do Herbicida Velpar *in vitro* em meio aquoso com o uso do inoculante Microbiano Em (Microorganismos Eficaz)**. Dissertação (Mestrado em ciencias Química analítica). São Carlos, 2005 p.90.

RAND, G. M. e PETROCELLI, S. R.. **Introduction. In fundamentals of aquatic toxicology. Methods and applications** (G. M. Rand and S. R. Petrocelli. Eds. 1-28. Hemisphere, New York. 1985

REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. 2 ed, São Paulo, escrituras, 2002, 704 P.

ROCHA, A. S. **Toxicidade aguda e subaguda do triclorfon em juvenis de tambaqui (*Clossoma macropomum cuvier, 1836*)**. Dissertação: (mestrados em ciências animal tropical). Universidade federal do Tocantins. 2009. P.66

RODRIGUES,L.A. **Produção Heteróloga de violaceina por *Escherichia coli***. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química). Universidade Federal de Santa Catarina. 2007. p.120

SANTOS, D. M. M. **Revolução verde**. Unesp, Jaboticabal.2006. Disponível em <http://www.fcav.unep.br/dawnload/deptos/biologia/durvalina/texto-86.pdf>. Acesso em 10/04/2008.

SANTOS, D.C.M. **Toxidez Aguda de Zinco em *Lambaris Astyanax aff. Bimaculattus* (Linnaeus, 1975)**. Dissertação (Mestrado em Biologia animal). Universidade Federal de Voçosa MG. 2009. p.125.

SCATENA, C.M.V. **Riqueza bacteriana sazonal de solo adjacente à nascente do Rio São Lourenço, Fazenda Pirassununga, Campo Verde MT**. Monografia (conclusão de curso em Biologia). Universidade Federal de Mato Grosso.2007.p.45.

SILVA,D.M.L. **Avaliação dos compostos organoclorados na bacia do rio Piracicaba**. Dissertação (Mestrado, Centro de Energia Nuclear na Agricultura). Universidade de São Paulo- Piracicaba.2000.

SINDAG. **Vendas 2006. Sindicato Nacional da Industria de Produtos para Defesa Agrícola.** Disponível em <http://www.sindag.com.br/>. Acesso em 15 de maio de 2010.

SINGH, B, B. NARAIN, A, S. **Acute toxicity of thiodan® to catfish (*Heteropneustes fossilis*).** Bull Environ. Contam. Toxicol, 28: 122- 127,1982.

SIQUEIRA, I C.; DIAS, J; RUF, H; CARDOSO, L.; ROLIM, A; JABUR, L.; VASCONCELOS, L.; RAMOS, E. A. G.; SILVANY, C. ***Chromobacterium violaceum* sepsis in three siblings from northeastern Brazil.** in. emerging infectious diseases, v. 11, n. 9. 2005

SPAREGUE, J.B. 1990. **Aquatic toxicology.** In: Schrench, C. B. and Moyle, P. B (Eds). **Methods for fish biology.** American Fisheries. Bethesda, Maryland, USA.p.491-528

SUMITA, T.C; PEREIRA, R. S; SILVA, M. B; ROSA, L. C.L; UENO, M. **Avaliação da interação de zinco, alumínio, cobre e manganês em *Chromobacterium violaceum*.** Ver. Ambiente e água – na interdisciplinary journal of Applied Scienc v.2. n°3. 2007

TELES.M.P.M, **Efeitos fisiológicos e genotóxicos induzidos por contaminantes ambientais em peixes.** Tese (Doutorado em Biologia), Universidade de Aveiro, Departamento de Biologia. 2006. P. 295.

TOMITA, R. Y. ; BEYRUTH, Z. **Toxicologia de Agrotóxico em Ambiente aquático Centro de Pesquisa e proteção ambiental, Instituto Biológico.** O Biólogo São Paulo, 2002. Disponível em [http:// www. Geocities.com/esabio/tomita.htm](http://www.Geocities.com/esabio/tomita.htm). Acessado em julho 2008

TUCCI, C.E.M. **Hidrologia: ciência e aplicação.** UFRGS Editora, Porto Alegre. 2002. 943 pp.

VEINTEMILA, C.A.C. **Impactos do fenantreno sobre o tambaqui *Colossoma macropomum* Cuvier, 1818. CL50 Crescimento e hematologia.** Tese (Doutorado em ciências biológicas). Instituto nacional de pesquisa amazônica – INPA. Universidade Federal do Amazonas- UFAM. 2006. p.49.

VILA, V.B. **Efeito da poluição aquática por cromo nos aspectos fisiológicos de *Piractus Mesopotamicus* (Holberg, 1887) do Rio Paraguai.** Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) INPA – UFAM. Manaus- AM. 2004. p116.

VILELA, D. A. R. **Evolução do processo espermatogênico e investigação da proliferação das células de Sertoli e da duração das fases meiótica e espermiogênica da espermatogênese sob diferentes temperaturas, em tilápias nilóticas (*Oreochromis niloticus*).** Instituto de Ciências Biológicas, UFMG. Belo Horizonte, 2003. 74p. (Dissertação, Mestrado).

Anexos



Presidência da República
Casa Civil
Subchefia para Assuntos Jurídicos

REGULAMENTO

Dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências.

LEI Nº 7.802, DE 11 DE JULHO DE 1989.

O PRESIDENTE DA REPÚBLICA, faço saber que o Congresso Nacional decreta e eu sanciono a seguinte Lei:

Art. 1º A pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, serão regidos por esta Lei.

Art. 2º Para os efeitos desta Lei, consideram-se:

I - agrotóxicos e afins:

a) os produtos e os agentes de processos físicos, químicos ou biológicos, destinados ao uso nos setores de produção, no armazenamento e beneficiamento de produtos agrícolas, nas pastagens, na proteção de florestas, nativas ou implantadas, e de outros ecossistemas e também de ambientes urbanos, hídricos e industriais, cuja finalidade seja alterar a composição da flora ou da fauna, a fim de preservá-las da ação danosa de seres vivos considerados nocivos;

b) substâncias e produtos, empregados como desfolhantes, dessecantes, estimuladores e inibidores de crescimento;

II - componentes: os princípios ativos, os produtos técnicos, suas matérias-primas, os ingredientes inertes e aditivos usados na fabricação de agrotóxicos e afins.

Art. 3º Os agrotóxicos, seus componentes e afins, de acordo com definição do art. 2º desta Lei, só poderão ser produzidos, exportados, importados, comercializados e utilizados, se previamente registrados em órgão federal, de acordo com as diretrizes e exigências dos órgãos federais responsáveis pelos setores da saúde, do meio ambiente e da agricultura.

§ 1º Fica criado o registro especial temporário para agrotóxicos, seus componentes e afins, quando se destinarem à pesquisa e à experimentação.

§ 2º Os registrantes e titulares de registro fornecerão, obrigatoriamente, à União, as inovações concernentes aos dados fornecidos para o registro de seus produtos.

§ 3º Entidades públicas e privadas de ensino, assistência técnica e pesquisa poderão realizar experimentação e pesquisas, e poderão fornecer laudos no campo da agronomia, toxicologia, resíduos, química e meio ambiente.

§ 4º Quando organizações internacionais responsáveis pela saúde, alimentação ou meio ambiente, das quais o Brasil seja membro integrante ou signatário de acordos e convênios, alertarem para riscos ou desaconselharem o uso de agrotóxicos, seus componentes e afins, caberá à autoridade competente tomar imediatas providências, sob pena de responsabilidade.

§ 5º O registro para novo produto agrotóxico, seus componentes e afins, será concedido se a sua ação tóxica sobre o ser humano e o meio ambiente for comprovadamente igual ou menor do que a daqueles já registrados, para o mesmo fim, segundo os parâmetros fixados na regulamentação desta Lei.

§ 6º Fica proibido o registro de agrotóxicos, seus componentes e afins:

a) para os quais o Brasil não disponha de métodos para desativação de seus componentes, de modo a impedir que os seus resíduos remanescentes provoquem riscos ao meio ambiente e à saúde pública;

b) para os quais não haja antídoto ou tratamento eficaz no Brasil;

c) que revelem características teratogênicas, carcinogênicas ou mutagênicas, de acordo com os resultados atualizados de experiências da comunidade científica;

d) que provoquem distúrbios hormonais, danos ao aparelho reprodutor, de acordo com procedimentos e experiências atualizadas na comunidade científica;

e) que se revelem mais perigosos para o homem do que os testes de laboratório, com animais, tenham podido demonstrar, segundo critérios técnicos e científicos atualizados;

f) cujas características causem danos ao meio ambiente.

Art. 4º As pessoas físicas e jurídicas que sejam prestadoras de serviços na aplicação de agrotóxicos, seus componentes e afins, ou que os produzam, importem, exportem ou comercializem, ficam obrigadas a promover os seus registros nos órgãos competentes, do Estado ou do Município, atendidas as diretrizes e exigências dos órgãos federais responsáveis que atuam nas áreas da saúde, do meio ambiente e da agricultura.

Parágrafo único. São prestadoras de serviços as pessoas físicas e jurídicas que executam trabalho de prevenção, destruição e controle de seres vivos, considerados nocivos, aplicando agrotóxicos, seus componentes e afins.

Art. 5º Possuem legitimidade para requerer o cancelamento ou a impugnação, em nome próprio, do registro de agrotóxicos e afins, argüindo prejuízos ao meio ambiente, à saúde humana e dos animais:

I - entidades de classe, representativas de profissões ligadas ao setor;

II - partidos políticos, com representação no Congresso Nacional;

III - entidades legalmente constituídas para defesa dos interesses difusos relacionados à proteção do consumidor, do meio ambiente e dos recursos naturais.

§ 1º Para efeito de registro e pedido de cancelamento ou impugnação de agrotóxicos e afins, todas as informações toxicológicas de contaminação ambiental e comportamento genético, bem como os efeitos no mecanismo hormonal, são de responsabilidade do estabelecimento registrante ou da entidade impugnante e devem proceder de laboratórios nacionais ou internacionais.

§ 2º A regulamentação desta Lei estabelecerá condições para o processo de impugnação ou cancelamento do registro, determinando que o prazo de tramitação não exceda 90 (noventa) dias e que os resultados apurados sejam publicados.

§ 3º Protocolado o pedido de registro, será publicado no Diário Oficial da União um resumo do mesmo.

Art. 6º As embalagens dos agrotóxicos e afins deverão atender, entre outros, aos seguintes requisitos:

~~I - devem ser projetadas e fabricadas de forma a impedir qualquer vazamento, evaporação, perda ou alteração de seu conteúdo;~~

I - devem ser projetadas e fabricadas de forma a impedir qualquer vazamento, evaporação, perda ou alteração de seu conteúdo e de modo a facilitar as operações de lavagem, classificação, reutilização e reciclagem; ([Redação dada pela Lei nº 9.974, de 2000](#))

II - os materiais de que forem feitas devem ser insuscetíveis de ser atacados pelo conteúdo ou de formar com ele combinações nocivas ou perigosas;

III - devem ser suficientemente resistentes em todas as suas partes, de forma a não sofrer enfraquecimento e a responder adequadamente às exigências de sua normal conservação;

IV - devem ser providas de um lacre que seja irremediavelmente destruído ao ser aberto pela primeira vez.

~~Parágrafo único. Fica proibido o fracionamento ou a reembalagem de agrotóxicos e afins para fins de comercialização, salvo quando realizados nos estabelecimentos produtores dos mesmos.~~

§ 1º O fracionamento e a reembalagem de agrotóxicos e afins com o objetivo de comercialização somente poderão ser realizados pela empresa produtora, ou por estabelecimento devidamente credenciado, sob responsabilidade daquela, em locais e condições previamente autorizados pelos órgãos competentes. ([Incluído pela Lei nº 9.974, de 2000](#))

§ 2º Os usuários de agrotóxicos, seus componentes e afins deverão efetuar a devolução das embalagens vazias dos produtos aos estabelecimentos comerciais em que foram adquiridos, de acordo com as instruções previstas nas respectivas bulas, no prazo de até um ano, contado da data de compra, ou prazo superior, se autorizado pelo órgão registrante, podendo a devolução ser intermediada por postos ou centros de recolhimento, desde que autorizados e fiscalizados pelo órgão competente. ([Incluído pela Lei nº 9.974, de 2000](#))

§ 3º Quando o produto não for fabricado no País, assumirá a responsabilidade de que trata o § 2º a pessoa física ou jurídica responsável pela importação e, tratando-se de produto importado submetido a processamento industrial ou a novo acondicionamento, caberá ao órgão registrante defini-la. ([Incluído pela Lei nº 9.974, de 2000](#))

§ 4º As embalagens rígidas que contiverem formulações miscíveis ou dispersíveis em água deverão ser submetidas pelo usuário à operação de tríplice lavagem, ou tecnologia equivalente, conforme normas técnicas oriundas dos órgãos competentes e orientação constante de seus rótulos e bulas. ([Incluído pela Lei nº 9.974, de 2000](#))

§ 5º As empresas produtoras e comercializadoras de agrotóxicos, seus componentes e afins, são responsáveis pela destinação das embalagens vazias dos produtos por elas

fabricados e comercializados, após a devolução pelos usuários, e pela dos produtos apreendidos pela ação fiscalizatória e dos impróprios para utilização ou em desuso, com vistas à sua reutilização, reciclagem ou inutilização, obedecidas as normas e instruções dos órgãos registrantes e sanitário-ambientais competentes. [\(Incluído pela Lei nº 9.974, de 2000\)](#)

§ 6º As empresas produtoras de equipamentos para pulverização deverão, no prazo de cento e oitenta dias da publicação desta Lei, inserir nos novos equipamentos adaptações destinadas a facilitar as operações de tríplice lavagem ou tecnologia equivalente. [\(Incluído pela Lei nº 9.974, de 2000\)](#)

~~Art. 7º Para serem vendidos ou expostos à venda em todo território nacional, os agrotóxicos e afins ficam obrigados a exibir rótulos próprios, redigidos em português, que contenham, entre outros, os seguintes dados:~~

Art. 7º Para serem vendidos ou expostos à venda em todo o território nacional, os agrotóxicos e afins são obrigados a exibir rótulos próprios e bulas, redigidos em português, que contenham, entre outros, os seguintes dados: [\(Redação dada pela Lei nº 9.974, de 2000\)](#)

I - indicações para a identificação do produto, compreendendo:

- a) o nome do produto;
- b) o nome e a percentagem de cada princípio ativo e a percentagem total dos ingredientes inertes que contém;
- c) a quantidade de agrotóxicos, componentes ou afins, que a embalagem contém, expressa em unidades de peso ou volume, conforme o caso;
- d) o nome e o endereço do fabricante e do importador;
- e) os números de registro do produto e do estabelecimento fabricante ou importador;
- f) o número do lote ou da partida;
- g) um resumo dos principais usos do produto;
- h) a classificação toxicológica do produto;

II - instruções para utilização, que compreendam:

- a) a data de fabricação e de vencimento;

b) o intervalo de segurança, assim entendido o tempo que deverá transcorrer entre a aplicação e a colheita, uso ou consumo, a semeadura ou plantação, e a semeadura ou plantação do cultivo seguinte, conforme o caso;

c) informações sobre o modo de utilização, incluídas, entre outras: a indicação de onde ou sobre o que deve ser aplicado; o nome comum da praga ou enfermidade que se pode com ele combater ou os efeitos que se pode obter; a época em que a aplicação deve ser feita; o número de aplicações e o espaçamento entre elas, se for o caso; as doses e os limites de sua utilização;

~~d) informações sobre os equipamentos a serem utilizados e sobre o destino final das embalagens;~~

d) informações sobre os equipamentos a serem usados e a descrição dos processos de tríplice lavagem ou tecnologia equivalente, procedimentos para a devolução, destinação, transporte, reciclagem, reutilização e inutilização das embalagens vazias e efeitos sobre o meio ambiente decorrentes da destinação inadequada dos recipientes; ([Redação dada pela Lei nº 9.974, de 2000](#))

III - informações relativas aos perigos potenciais, compreendidos:

a) os possíveis efeitos prejudiciais sobre a saúde do homem, dos animais e sobre o meio ambiente;

b) precauções para evitar danos a pessoas que os aplicam ou manipulam e a terceiros, aos animais domésticos, fauna, flora e meio ambiente;

c) símbolos de perigo e frases de advertência padronizados, de acordo com a classificação toxicológica do produto;

d) instruções para o caso de acidente, incluindo sintomas de alarme, primeiros socorros, antídotos e recomendações para os médicos;

IV - recomendação para que o usuário leia o rótulo antes de utilizar o produto.

§ 1º Os textos e símbolos impressos nos rótulos serão claramente visíveis e facilmente legíveis em condições normais e por pessoas comuns.

§ 2º Fica facultada a inscrição, nos rótulos, de dados não estabelecidos como obrigatórios, desde que:

I - não dificultem a visibilidade e a compreensão dos dados obrigatórios;

II - não contenham:

a) afirmações ou imagens que possam induzir o usuário a erro quanto à natureza, composição, segurança e eficácia do produto, e sua adequação ao uso;

b) comparações falsas ou equívocas com outros produtos;

c) indicações que contradigam as informações obrigatórias;

d) declarações de propriedade relativas à inocuidade, tais como "seguro", "não venenoso", "não tóxico"; com ou sem uma frase complementar, como: "quando utilizado segundo as instruções";

e) afirmações de que o produto é recomendado por qualquer órgão do Governo.

§ 3º Quando, mediante aprovação do órgão competente, for juntado folheto complementar que amplie os dados do rótulo, ou que contenha dados que obrigatoriamente deste deveriam constar, mas que nele não couberam, pelas dimensões reduzidas da embalagem, observar-se-á o seguinte:

I - deve-se incluir no rótulo frase que recomende a leitura do folheto anexo, antes da utilização do produto;

II - em qualquer hipótese, os símbolos de perigo, o nome do produto, as precauções e instruções de primeiros socorros, bem como o nome e o endereço do fabricante ou importador devem constar tanto do rótulo como do folheto.

Art. 8º A propaganda comercial de agrotóxicos, componentes e afins, em qualquer meio de comunicação, conterà, obrigatoriamente, clara advertência sobre os riscos do produto à saúde dos homens, animais e ao meio ambiente, e observará o seguinte:

I - estimulará os compradores e usuários a ler atentamente o rótulo e, se for o caso, o folheto, ou a pedir que alguém os leia para eles, se não souberem ler;

II - não conterà nenhuma representação visual de práticas potencialmente perigosas, tais como a manipulação ou aplicação sem equipamento protetor, o uso em proximidade de alimentos ou em presença de crianças;

III - obedecerá ao disposto no inciso II do § 2º do art. 7º desta Lei.

Art. 9º No exercício de sua competência, a União adotará as seguintes providências:

I - legislar sobre a produção, registro, comércio interestadual, exportação, importação, transporte, classificação e controle tecnológico e toxicológico;

II - controlar e fiscalizar os estabelecimentos de produção, importação e exportação;

III - analisar os produtos agrotóxicos, seus componentes e afins, nacionais e importados;

IV - controlar e fiscalizar a produção, a exportação e a importação.

Art. 10. Compete aos Estados e ao Distrito Federal, nos termos dos arts. 23 e 24 da Constituição Federal, legislar sobre o uso, a produção, o consumo, o comércio e o armazenamento dos agrotóxicos, seus componentes e afins, bem como fiscalizar o uso, o consumo, o comércio, o armazenamento e o transporte interno.

Art. 11. Cabe ao Município legislar supletivamente sobre o uso e o armazenamento dos agrotóxicos, seus componentes e afins.

Art. 12. A União, através dos órgãos competentes, prestará o apoio necessário às ações de controle e fiscalização, à Unidade da Federação que não dispuser dos meios necessários.

Art. 12A. Compete ao Poder Público a fiscalização: [\(Incluído pela Lei nº 9.974, de 2000\)](#)

I – da devolução e destinação adequada de embalagens vazias de agrotóxicos, seus componentes e afins, de produtos apreendidos pela ação fiscalizadora e daqueles impróprios para utilização ou em desuso; [\(Incluído pela Lei nº 9.974, de 2000\)](#)

II – do armazenamento, transporte, reciclagem, reutilização e inutilização de embalagens vazias e produtos referidos no inciso I. [\(Incluído pela Lei nº 9.974, de 2000\)](#)

Art. 13. A venda de agrotóxicos e afins aos usuários será feita através de receituário próprio, prescrito por profissionais legalmente habilitados, salvo casos excepcionais que forem previstos na regulamentação desta Lei.

~~Art. 14. As responsabilidades administrativa, civil e penal, pelos danos causados à saúde das pessoas e ao meio ambiente, quando a produção, a comercialização, a utilização e o transporte não cumprirem o disposto nesta Lei, na sua regulamentação e nas legislações estaduais e municipais, cabem:~~

Art. 14. As responsabilidades administrativa, civil e penal pelos danos causados à saúde das pessoas e ao meio ambiente, quando a produção, comercialização, utilização, transporte e destinação de embalagens vazias de agrotóxicos, seus componentes e afins, não cumprirem o disposto na legislação pertinente, cabem: [\(Redação dada pela Lei nº 9.974, de 2000\)](#)

a) ao profissional, quando comprovada receita errada, displicente ou indevida;

~~b) ao usuário ou a prestador de serviços, quando em desacordo com o receituário;~~

b) ao usuário ou ao prestador de serviços, quando proceder em desacordo com o receituário ou as recomendações do fabricante e órgãos registrantes e sanitário-ambientais; [\(Redação dada pela Lei nº 9.974, de 2000\)](#)

~~e) ao comerciante, quando efetuar venda sem o respectivo receituário ou em desacordo com a receita;~~

c) ao comerciante, quando efetuar venda sem o respectivo receituário ou em desacordo com a receita ou recomendações do fabricante e órgãos registrantes e sanitário-ambientais; [\(Redação dada pela Lei nº 9.974, de 2000\)](#)

d) ao registrante que, por dolo ou por culpa, omitir informações ou fornecer informações incorretas;

~~e) ao produtor que produzir mercadorias em desacordo com as especificações constantes do registro do produto, do rótulo, da bula, do folheto e da propaganda;~~

e) ao produtor, quando produzir mercadorias em desacordo com as especificações constantes do registro do produto, do rótulo, da bula, do folheto e da propaganda, ou não der destinação às embalagens vazias em conformidade com a legislação pertinente; [\(Redação dada pela Lei nº 9.974, de 2000\)](#)

f) ao empregador, quando não fornecer e não fizer manutenção dos equipamentos adequados à proteção da saúde dos trabalhadores ou dos equipamentos na produção, distribuição e aplicação dos produtos.

~~Art. 15. Aquele que produzir, comercializar, transportar, aplicar ou prestar serviços na aplicação de agrotóxicos, seus componentes e afins, descumprindo as exigências estabelecidas nas leis e nos seus regulamentos, ficará sujeito à pena de reclusão de 2 (dois) a 4 (quatro) anos, além da multa de 100 (cem) a 1.000 (mil) MVR. Em caso de culpa, será punido com pena de reclusão de 1 (um) a 3 (três) anos, além da multa de 50 (cinquenta) a 500 (quinhentos) MVR.~~

Art. 15. Aquele que produzir, comercializar, transportar, aplicar, prestar serviço, der destinação a resíduos e embalagens vazias de agrotóxicos, seus componentes e afins, em descumprimento às exigências estabelecidas na legislação pertinente estará sujeito à pena de reclusão, de dois a quatro anos, além de multa. [\(Redação dada pela Lei nº 9.974, de 2000\)](#)

Art. 16. O empregador, profissional responsável ou o prestador de serviço, que deixar de promover as medidas necessárias de proteção à saúde e ao meio ambiente, estará sujeito à pena de reclusão de 2 (dois) a 4 (quatro) anos, além de multa de 100 (cem) a 1.000 (mil) MVR. Em caso de culpa, será punido com pena de reclusão de 1 (um) a 3 (três) anos, além de multa de 50 (cinquenta) a 500 (quinhentos) MVR.

Art. 17. Sem prejuízo das responsabilidades civil e penal cabíveis, a infração de disposições desta Lei acarretará, isolada ou cumulativamente, nos termos previstos em regulamento, independente das medidas cautelares de estabelecimento e apreensão do produto ou alimentos contaminados, a aplicação das seguintes sanções:

I - advertência;

II - multa de até 1000 (mil) vezes o Maior Valor de Referência - MVR, aplicável em dobro em caso de reincidência;

III - condenação de produto;

IV - inutilização de produto;

V - suspensão de autorização, registro ou licença;

VI - cancelamento de autorização, registro ou licença;

VII - interdição temporária ou definitiva de estabelecimento;

VIII - destruição de vegetais, partes de vegetais e alimentos, com resíduos acima do permitido;

IX - destruição de vegetais, partes de vegetais e alimentos, nos quais tenha havido aplicação de agrotóxicos de uso não autorizado, a critério do órgão competente.

Parágrafo único. A autoridade fiscalizadora fará a divulgação das sanções impostas aos infratores desta Lei.

Art. 18. Após a conclusão do processo administrativo, os agrotóxicos e afins, apreendidos como resultado da ação fiscalizadora, serão inutilizados ou poderão ter outro destino, a critério da autoridade competente.

Parágrafo único. Os custos referentes a quaisquer dos procedimentos mencionados neste artigo correrão por conta do infrator.

Art. 19. O Poder Executivo desenvolverá ações de instrução, divulgação e esclarecimento, que estimulem o uso seguro e eficaz dos agrotóxicos, seus componentes e afins, com o objetivo de reduzir os efeitos prejudiciais para os seres humanos e o meio ambiente e de prevenir acidentes decorrentes de sua utilização imprópria.

Parágrafo único. As empresas produtoras e comercializadoras de agrotóxicos, seus componentes e afins, implementarão, em colaboração com o Poder Público, programas educativos e mecanismos de controle e estímulo à devolução das embalagens vazias por parte dos usuários, no prazo de cento e oitenta dias contado da publicação desta Lei. [\(Incluído pela Lei nº 9.974, de 2000\)](#)

Art. 20. As empresas e os prestadores de serviços que já exercem atividades no ramo de agrotóxicos, seus componentes e afins, têm o prazo de até 6 (seis) meses, a partir da regulamentação desta Lei, para se adaptarem às suas exigências.

Parágrafo único. Aos titulares do registro de produtos agrotóxicos que têm como componentes os organoclorados será exigida imediata reavaliação de seu registro, nos termos desta Lei.

Art. 21. O Poder Executivo regulamentará esta Lei no prazo de 90 (noventa) dias, contado da data de sua publicação.

Art. 22. Esta Lei entra em vigor na data de sua publicação.

Art. 23. Revogam-se as disposições em contrário.

Brasília, 11 de julho de 1989; 168º da Independência e 101º da República.

JOSÉ

Íris

João

Rubens Bayma Denys

Rezende

Alves

SARNEY

Machado

Filho

Este texto não substitui o publicado no DOU de 12.7.1989.



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.

O **CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE-CONAMA**, no uso das competências que lhe são conferidas pelos arts. 6º, inciso II e 8º, inciso VII, da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, regulamentada pelo Decreto nº 99.274, de 6 de junho de 1990 e suas alterações, tendo em vista o disposto em seu Regimento Interno, e

Considerando a vigência da Resolução CONAMA nº 274, de 29 de novembro de 2000, que dispõe sobre a balneabilidade;

Considerando o art. 9º, inciso I, da Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, que instituiu a Política Nacional dos Recursos Hídricos, e demais normas aplicáveis à matéria;

Considerando que a água integra as preocupações do desenvolvimento sustentável, baseado nos princípios da função ecológica da propriedade, da prevenção, da precaução, do poluidor-pagador, do usuário-pagador e da integração, bem como no reconhecimento de valor intrínseco à natureza;

Considerando que a Constituição Federal e a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, visam controlar o lançamento no meio ambiente de poluentes, proibindo o lançamento em níveis nocivos ou perigosos para os seres humanos e outras formas de vida;

Considerando que o enquadramento expressa metas finais a serem alcançadas, podendo ser fixadas metas progressivas intermediárias, obrigatórias, visando a sua efetivação;

Considerando os termos da Convenção de Estocolmo, que trata dos Poluentes Orgânicos Persistentes-POPs, ratificada pelo Decreto Legislativo nº 204, de 7 de maio de 2004;

Considerando ser a classificação das águas doces, salobras e salinas essencial à defesa de seus níveis de qualidade, avaliados por condições e padrões específicos, de modo a assegurar seus usos preponderantes;

Considerando que o enquadramento dos corpos de água deve estar baseado não necessariamente no seu estado atual, mas nos níveis de qualidade que deveriam possuir para atender às necessidades da comunidade;

Considerando que a saúde e o bem-estar humano, bem como o equilíbrio ecológico aquático, não devem ser afetados pela deterioração da qualidade das águas;

Considerando a necessidade de se criar instrumentos para avaliar a evolução da qualidade das águas, em relação às classes estabelecidas no enquadramento, de forma a facilitar a fixação e controle de metas visando gradativamente os objetivos propostos;

Considerando a necessidade de se reformular a classificação existente, para melhor distribuir os usos das águas, melhor especificar as condições e padrões de qualidade requeridos, sem prejuízo de posterior aperfeiçoamento; e

Considerando que o controle da poluição está diretamente relacionado com a proteção da saúde, garantia do meio ambiente ecologicamente equilibrado e a melhoria da qualidade de vida, levando em conta os usos prioritários e classes de qualidade ambiental exigidos para um determinado corpo de água; resolve:

Art. 1º Esta Resolução dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento dos corpos de água superficiais, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes.

CAPÍTULO I DAS DEFINIÇÕES

Art. 2º Para efeito desta Resolução são adotadas as seguintes definições:

I - águas doces: águas com salinidade igual ou inferior a 0,5 ‰;

II - águas salobras: águas com salinidade superior a 0,5 ‰ e inferior a 30 ‰;

III - águas salinas: águas com salinidade igual ou superior a 30 ‰;

IV - ambiente lântico: ambiente que se refere à água parada, com movimento lento ou estagnado;

V - ambiente lótico: ambiente relativo a águas continentais moventes;

VI - aquicultura: o cultivo ou a criação de organismos cujo ciclo de vida, em condições naturais, ocorre total ou parcialmente em meio aquático;

VII - carga poluidora: quantidade de determinado poluente transportado ou lançado em um corpo de água receptor, expressa em unidade de massa por tempo;

VIII - cianobactérias: microorganismos procarióticos autotróficos, também denominados como cianofíceas (algas azuis) capazes de ocorrer em qualquer manancial superficial especialmente naqueles com elevados níveis de nutrientes (nitrogênio e fósforo), podendo produzir toxinas com efeitos adversos a saúde;

IX - classe de qualidade: conjunto de condições e padrões de qualidade de água necessários ao atendimento dos usos preponderantes, atuais ou futuros;

X - classificação: qualificação das águas doces, salobras e salinas em função dos usos preponderantes (sistema de classes de qualidade) atuais e futuros;

XI - coliformes termotolerantes: bactérias gram-negativas, em forma de bacilos, oxidase-negativas, caracterizadas pela atividade da enzima β -galactosidase. Podem crescer em meios contendo agentes tenso-ativos e fermentar a lactose nas temperaturas de 44° - 45°C, com produção de ácido, gás e aldeído. Além de estarem presentes em fezes humanas e de animais homeotérmicos, ocorrem em solos, plantas ou outras matrizes ambientais que não tenham sido contaminados por material fecal;

XII - condição de qualidade: qualidade apresentada por um segmento de corpo d'água, num determinado momento, em termos dos usos possíveis com segurança adequada, frente às Classes de Qualidade;

XIII - condições de lançamento: condições e padrões de emissão adotados para o controle de lançamentos de efluentes no corpo receptor;

XIV - controle de qualidade da água: conjunto de medidas operacionais que visa avaliar a melhoria e a conservação da qualidade da água estabelecida para o corpo de água;

XV - corpo receptor: corpo hídrico superficial que recebe o lançamento de um efluente;

XVI - desinfecção: remoção ou inativação de organismos potencialmente patogênicos;

XVII - efeito tóxico agudo: efeito deletério aos organismos vivos causado por agentes físicos ou químicos, usualmente letalidade ou alguma outra manifestação que a antecede, em um curto período de exposição;

XVIII - efeito tóxico crônico: efeito deletério aos organismos vivos causado por agentes físicos ou químicos que afetam uma ou várias funções biológicas dos organismos, tais como a reprodução, o crescimento e o comportamento, em um período de exposição que pode abranger a totalidade de seu ciclo de vida ou parte dele;

XIX - efetivação do enquadramento: alcance da meta final do enquadramento;

XX - enquadramento: estabelecimento da meta ou objetivo de qualidade da água (classe) a ser, obrigatoriamente, alcançado ou mantido em um segmento de corpo de água, de acordo com os usos preponderantes pretendidos, ao longo do tempo;

XXI - ensaios ecotoxicológicos: ensaios realizados para determinar o efeito deletério de agentes físicos ou químicos a diversos organismos aquáticos;

XXII - ensaios toxicológicos: ensaios realizados para determinar o efeito deletério de agentes físicos ou químicos a diversos organismos visando avaliar o potencial de risco à saúde humana;

XXIII - *Escherichia coli* (*E.Coli*): bactéria pertencente à família Enterobacteriaceae caracterizada pela atividade da enzima β -glicuronidase. Produz indol a partir do aminoácido triptofano. É a única espécie do grupo dos coliformes termotolerantes cujo habitat exclusivo é o intestino humano e de animais homeotérmicos, onde ocorre em densidades elevadas;

XXIV - metas: é o desdobramento do objeto em realizações físicas e atividades de gestão, de acordo com unidades de medida e cronograma preestabelecidos, de caráter obrigatório;

XXV - monitoramento: medição ou verificação de parâmetros de qualidade e quantidade de água, que pode ser contínua ou periódica, utilizada para acompanhamento da condição e controle da qualidade do corpo de água;

XXVI - padrão: valor limite adotado como requisito normativo de um parâmetro de qualidade de água ou efluente;

XXVII - parâmetro de qualidade da água: substâncias ou outros indicadores representativos da qualidade da água;

XXVIII - pesca amadora: exploração de recursos pesqueiros com fins de lazer ou desporto;

XXIX - programa para efetivação do enquadramento: conjunto de medidas ou ações progressivas e obrigatórias, necessárias ao atendimento das metas intermediárias e final de qualidade de água estabelecidas para o enquadramento do corpo hídrico;

XXX - recreação de contato primário: contato direto e prolongado com a água (tais como natação, mergulho, esqui-aquático) na qual a possibilidade do banhista ingerir água é elevada;

XXXI - recreação de contato secundário: refere-se àquela associada a atividades em que o contato com a água é esporádico ou acidental e a possibilidade de ingerir água é pequena, como na pesca e na navegação (tais como iatismo);

XXXII - tratamento avançado: técnicas de remoção e/ou inativação de constituintes refratários aos processos convencionais de tratamento, os quais podem conferir à água características, tais como: cor, odor, sabor, atividade tóxica ou patogênica;

XXXIII - tratamento convencional: clarificação com utilização de coagulação e floculação, seguida de desinfecção e correção de pH;

XXXIV - tratamento simplificado: clarificação por meio de filtração e desinfecção e correção de pH quando necessário;

XXXV - tributário (ou curso de água afluente): corpo de água que flui para um rio maior ou para um lago ou reservatório;

XXXVI - vazão de referência: vazão do corpo hídrico utilizada como base para o processo de gestão, tendo em vista o uso múltiplo das águas e a necessária articulação das instâncias do Sistema Nacional de Meio Ambiente-SISNAMA e do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos-SINGRH;

XXXVII - virtualmente ausentes: que não é perceptível pela visão, olfato ou paladar; e

XXXVIII - zona de mistura: região do corpo receptor onde ocorre a diluição inicial de um efluente.

CAPÍTULO II

DA CLASSIFICAÇÃO DOS CORPOS DE ÁGUA

Art.3º As águas doces, salobras e salinas do Território Nacional são classificadas, segundo a qualidade requerida para os seus usos preponderantes, em treze classes de qualidade.

Parágrafo único. As águas de melhor qualidade podem ser aproveitadas em uso menos exigente, desde que este não prejudique a qualidade da água, atendidos outros requisitos pertinentes.

Seção I Das Águas Doces

Art. 4º As águas doces são classificadas em:

I - classe especial: águas destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, com desinfecção;
- b) à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; e,
- c) à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.

II - classe 1: águas que podem ser destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado;
- b) à proteção das comunidades aquáticas;
- c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme

Resolução CONAMA nº 274, de 2000;

d) à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; e

- e) à proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.

III - classe 2: águas que podem ser destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional;
- b) à proteção das comunidades aquáticas;
- c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme

Resolução CONAMA nº 274, de 2000;

d) à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e

- e) à aqüicultura e à atividade de pesca.

IV - classe 3: águas que podem ser destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado;
- b) à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras;
- c) à pesca amadora;
- d) à recreação de contato secundário; e
- e) à dessedentação de animais.

V - classe 4: águas que podem ser destinadas:

- a) à navegação; e
- b) à harmonia paisagística.

Seção II Das Águas Salinas

Art. 5º As águas salinas são assim classificadas:

I - classe especial: águas destinadas:

- a) à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral;
- b) à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas.

II - classe 1: águas que podem ser destinadas:

- a) à recreação de contato primário, conforme Resolução CONAMA nº 274, de 2000;

- b) à proteção das comunidades aquáticas; e
 - c) à aqüicultura e à atividade de pesca.
- III - classe 2: águas que podem ser destinadas:
- a) à pesca amadora; e
 - b) à recreação de contato secundário.
- IV - classe 3: águas que podem ser destinadas:
- a) à navegação; e
 - b) à harmonia paisagística.

Seção II

Das Águas Salobras

Art. 6º As águas salobras são assim classificadas:

- I - classe especial: águas destinadas:
- a) à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral;
- e,
- b) à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas.
- II - classe 1: águas que podem ser destinadas:
- a) à recreação de contato primário, conforme Resolução CONAMA nº 274, de 2000;
 - b) à proteção das comunidades aquáticas;
 - c) à aqüicultura e à atividade de pesca;
 - d) ao abastecimento para consumo humano após tratamento convencional ou avançado; e
 - e) à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película, e à irrigação de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto.
- III - classe 2: águas que podem ser destinadas:
- a) à pesca amadora; e
 - b) à recreação de contato secundário.
- IV - classe 3: águas que podem ser destinadas:
- a) à navegação; e
 - b) à harmonia paisagística.

CAPÍTULO III

DAS CONDIÇÕES E PADRÕES DE QUALIDADE DAS ÁGUAS

Seção I

Das Disposições Gerais

Art. 7º Os padrões de qualidade das águas determinados nesta Resolução estabelecem limites individuais para cada substância em cada classe.

Parágrafo único. Eventuais interações entre substâncias, especificadas ou não nesta Resolução, não poderão conferir às águas características capazes de causar efeitos letais ou alteração de comportamento, reprodução ou fisiologia da vida, bem como de restringir os usos preponderantes previstos, ressalvado o disposto no § 3º do art. 34, desta Resolução.

Art. 8º O conjunto de parâmetros de qualidade de água selecionado para subsidiar a proposta de enquadramento deverá ser monitorado periodicamente pelo Poder Público.

§ 1º Também deverão ser monitorados os parâmetros para os quais haja suspeita da sua presença ou não conformidade.

§ 2º Os resultados do monitoramento deverão ser analisados estatisticamente e as incertezas de medição consideradas.

§ 3º A qualidade dos ambientes aquáticos poderá ser avaliada por indicadores biológicos, quando apropriado, utilizando-se organismos e/ou comunidades aquáticas.

§ 4º As possíveis interações entre as substâncias e a presença de contaminantes não listados nesta Resolução, passíveis de causar danos aos seres vivos, deverão ser investigadas utilizando-se ensaios ecotoxicológicos, toxicológicos, ou outros métodos cientificamente reconhecidos.

§ 5º Na hipótese dos estudos referidos no parágrafo anterior tornarem-se necessários em decorrência da atuação de empreendedores identificados, as despesas da investigação correrão as suas expensas.

§ 6º Para corpos de água salobras continentais, onde a salinidade não se dê por influência direta marinha, os valores dos grupos químicos de nitrogênio e fósforo serão os estabelecidos nas classes correspondentes de água doce.

Art. 9º A análise e avaliação dos valores dos parâmetros de qualidade de água de que trata esta Resolução serão realizadas pelo Poder Público, podendo ser utilizado laboratório próprio, conveniado ou contratado, que deverá adotar os procedimentos de controle de qualidade analítica necessários ao atendimento das condições exigíveis.

§ 1º Os laboratórios dos órgãos competentes deverão estruturar-se para atenderem ao disposto nesta Resolução.

§ 2º Nos casos onde a metodologia analítica disponível for insuficiente para quantificar as concentrações dessas substâncias nas águas, os sedimentos e/ou biota aquática poderão ser investigados quanto à presença eventual dessas substâncias.

Art. 10. Os valores máximos estabelecidos para os parâmetros relacionados em cada uma das classes de enquadramento deverão ser obedecidos nas condições de vazão de referência.

§ 1º Os limites de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), estabelecidos para as águas doces de classes 2 e 3, poderão ser elevados, caso o estudo da capacidade de autodepuração do corpo receptor demonstre que as concentrações mínimas de oxigênio dissolvido (OD) previstas não serão desobedecidas, nas condições de vazão de referência, com exceção da zona de mistura.

§ 2º Os valores máximos admissíveis dos parâmetros relativos às formas químicas de nitrogênio e fósforo, nas condições de vazão de referência, poderão ser alterados em decorrência de condições naturais, ou quando estudos ambientais específicos, que considerem também a poluição difusa, comprovem que esses novos limites não acarretarão prejuízos para os usos previstos no enquadramento do corpo de água.

§ 3º Para águas doces de classes 1 e 2, quando o nitrogênio for fator limitante para eutrofização, nas condições estabelecidas pelo órgão ambiental competente, o valor de nitrogênio total (após oxidação) não deverá ultrapassar 1,27 mg/L para ambientes lênticos e 2,18 mg/L para ambientes lóticos, na vazão de referência.

§ 4º O disposto nos §§ 2º e 3º não se aplica às baías de águas salinas ou salobras, ou outros corpos de água em que não seja aplicável a vazão de referência, para os quais deverão ser elaborados estudos específicos sobre a dispersão e assimilação de poluentes no meio hídrico.

Art. 11. O Poder Público poderá, a qualquer momento, acrescentar outras condições e padrões de qualidade, para um determinado corpo de água, ou torná-los mais restritivos, tendo em vista as condições locais, mediante fundamentação técnica.

Art. 12. O Poder Público poderá estabelecer restrições e medidas adicionais, de caráter excepcional e temporário, quando a vazão do corpo de água estiver abaixo da vazão de referência.

Art. 13. Nas águas de classe especial deverão ser mantidas as condições naturais do corpo de água.

Seção II Das Águas Doces

Art. 14. As águas doces de classe I observarão as seguintes condições e padrões:

I - condições de qualidade de água:

a) não verificação de efeito tóxico crônico a organismos, de acordo com os critérios estabelecidos pelo órgão ambiental competente, ou, na sua ausência, por instituições nacionais ou internacionais renomadas, comprovado pela realização de ensaio ecotoxicológico padronizado ou outro método cientificamente reconhecido.

b) materiais flutuantes, inclusive espumas não naturais: virtualmente ausentes;

c) óleos e graxas: virtualmente ausentes;

d) substâncias que comuniquem gosto ou odor: virtualmente ausentes;

e) corantes provenientes de fontes antrópicas: virtualmente ausentes;

f) resíduos sólidos objetáveis: virtualmente ausentes;

g) coliformes termotolerantes: para o uso de recreação de contato primário deverão ser obedecidos os padrões de qualidade de balneabilidade, previstos na Resolução CONAMA nº 274, de 2000. Para os demais usos, não deverá ser excedido um limite de 200 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais, de pelo menos 6 amostras, coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. A *E. Coli* poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente;

h) DBO 5 dias a 20°C até 3 mg/L O₂;

i) OD, em qualquer amostra, não inferior a 6 mg/L O₂;

j) turbidez até 40 unidades nefelométrica de turbidez (UNT);

l) cor verdadeira: nível de cor natural do corpo de água em mg Pt/L; e

m) pH: 6,0 a 9,0.

II - Padrões de qualidade de água:

TABELA I - CLASSE 1 - ÁGUAS DOCES PADRÕES	
PARÂMETROS	VALOR MÁXIMO
Clorofila <i>a</i>	10 µg/L
Densidade de cianobactérias	20.000 cel/mL ou 2 mm ³ /L
Sólidos dissolvidos totais	500 mg/L
PARÂMETROS INORGÂNICOS	VALOR MÁXIMO
Alumínio dissolvido	0,1 mg/L Al
Antimônio	0,005mg/L Sb
Arsênio total	0,01 mg/L As
Bário total	0,7 mg/L Ba
Berílio total	0,04 mg/L Be
Boro total	0,5 mg/L B
Cádmio total	0,001 mg/L Cd
Chumbo total	0,01mg/L Pb
Cianeto livre	0,005 mg/L CN
Cloreto total	250 mg/L Cl
Cloro residual total (combinado + livre)	0,01 mg/L Cl
Cobalto total	0,05 mg/L Co
Cobre dissolvido	0,009 mg/L Cu
Cromo total	0,05 mg/L Cr
Ferro dissolvido	0,3 mg/L Fe
Fluoreto total	1,4 mg/L F
Fósforo total (ambiente lântico)	0,020 mg/L P

Fósforo total (ambiente intermediário, com tempo de residência entre 2 e 40 dias, e tributários diretos de ambiente lântico)	0.025 mg/L P
Fósforo total (ambiente lótico e tributários de ambientes intermediários)	0,1 mg/L P
Lítio total	2,5 mg/L Li
Manganês total	0,1 mg/L Mn
Mercúrio total	0.0002 mg/L Hg
Níquel total	0.025 mg/L Ni
Nitrato	10.0 mg/L N
Nitrito	1,0 mg/L N
Nitrogênio amoniacal total	3,7mg/L N, para pH ≤ 7,5
	2,0 mg/L N, para 7,5 < pH ≤ 8,0
	1,0 mg/L N, para 8,0 < pH ≤ 8,5
	0,5 mg/L N, para pH > 8,5
Prata total	0.01 mg/L Ag
Selênio total	0.01 mg/L Se
Sulfato total	250 mg/L SO ₄
Sulfeto (H ₂ S não dissociado)	0.002 mg/L S
Urânio total	0.02 mg/L U
Vanádio total	0.1 mg/L V
Zinco total	0.18 mg/L Zn
PARÂMETROS ORGÂNICOS	VALOR MÁXIMO
Acilamida	0,5 µg/L
Alacloro	20 µg/L
Aldrin + Dieldrin	0.005 µg/L
Atrazina	2 µg/L
Benzeno	0.005 mg/L
Benzidina	0.001 µg/L
Benzo(a)antraceno	0,05 µg/L
Benzo(a)pireno	0,05 µg/L
Benzo(b)fluoranteno	0,05 µg/L
Benzo(k)fluoranteno	0,05 µg/L
Carbaril	0.02 µg/L
Clordano (cis + trans)	0.04 µg/L
2-Clorofenol	0.1 µg/L
Criseno	0,05 µg/L
2,4-D	4.0 µg/L
Demeton (Demeton-O + Demeton-S)	0.1 µg/L
Dibenzo(a,h)antraceno	0.05 µg/L
1,2-Dicloroetano	0.01 mg/L
1,1-Dicloroetano	0.003 mg/L
2,4-Diclorofenol	0.3 µg/L
Diclorometano	0.02 mg/L
DDT (p,p'-DDT + p,p'-DDE + p,p'-DDD)	0.002 µg/L
Dodecacloro pentaciclodecano	0.001 µg/L
Endossulfan (α + β + sulfato)	0.056 µg/L
Endrin	0,004 µg/L
Estireno	0.02 mg/L
Etilbenzeno	90,0 µg/L
Fenóis totais (substâncias que reagem com 4-aminoantipirina)	0,003 mg/L C ₆ H ₅ OH
Glifosato	65 µg/L
Gution	0.005 µg/L
Heptacloro epóxido + Heptacloro	0,01 µg/L
Hexaclorobenzeno	0,0065 µg/L
Indeno(1,2,3-cd)pireno	0.05 µg/L

Lindano (γ -HCH)	0,02 $\mu\text{g/L}$
Malation	0,1 $\mu\text{g/L}$
Metolacloro	10 $\mu\text{g/L}$
Metoxicloro	0,03 $\mu\text{g/L}$
Paration	0,04 $\mu\text{g/L}$
PCBs - Bifenilas policloradas	0,001 $\mu\text{g/L}$
Pentaclorofenol	0,009 mg/L
Simazina	2,0 $\mu\text{g/L}$
Substâncias tensoativas que reagem com o azul de metileno	0,5 mg/L LAS
2,4,5-T	2,0 $\mu\text{g/L}$
Tetracloroeto de carbono	0,002 mg/L
Tetracloroeteno	0,01 mg/L
Tolueno	2,0 $\mu\text{g/L}$
Toxafeno	0,01 $\mu\text{g/L}$
2,4,5-TP	10,0 $\mu\text{g/L}$
Tributilestanho	0,063 $\mu\text{g/L TBT}$
Triclorobenzeno (1,2,3-TCB + 1,2,4-TCB)	0,02 mg/L
Tricloroeteno	0,03 mg/L
2,4,6-Triclorofenol	0,01 mg/L
Trifluralina	0,2 $\mu\text{g/L}$
Xileno	300 $\mu\text{g/L}$

III - Nas águas doces onde ocorrer pesca ou cultivo de organismos, para fins de consumo intensivo, além dos padrões estabelecidos no inciso II deste artigo, aplicam-se os seguintes padrões em substituição ou adicionalmente:

TABELA II - CLASSE 1 - ÁGUAS DOCES	
PADRÕES PARA CORPOS DE ÁGUA ONDE HAJA PESCA OU CULTIVO DE ORGANISMOS PARA FINS DE CONSUMO INTENSIVO	
PARÂMETROS INORGÂNICOS	VALOR MÁXIMO
Arsênio total	0,14 $\mu\text{g/L As}$
PARÂMETROS ORGÂNICOS	VALOR MÁXIMO
Benzidina	0,0002 $\mu\text{g/L}$
Benzo(a)antraceno	0,018 $\mu\text{g/L}$
Benzo(a)pireno	0,018 $\mu\text{g/L}$
Benzo(b)fluoranteno	0,018 $\mu\text{g/L}$
Benzo(k)fluoranteno	0,018 $\mu\text{g/L}$
Criseno	0,018 $\mu\text{g/L}$
Dibenzo(a,h)antraceno	0,018 $\mu\text{g/L}$
3,3-Diclorobenzidina	0,028 $\mu\text{g/L}$
Heptacloro epóxido + Heptacloro	0,000039 $\mu\text{g/L}$
Hexaclorobenzeno	0,00029 $\mu\text{g/L}$
Indeno(1,2,3-cd)pireno	0,018 $\mu\text{g/L}$
PCBs - Bifenilas policloradas	0,000064 $\mu\text{g/L}$
Pentaclorofenol	3,0 $\mu\text{g/L}$
Tetracloroeto de carbono	1,6 $\mu\text{g/L}$
Tetracloroeteno	3,3 $\mu\text{g/L}$
Toxafeno	0,00028 $\mu\text{g/L}$
2,4,6-triclorofenol	2,4 $\mu\text{g/L}$

Art 15. Aplicam-se às águas doces de classe 2 as condições e padrões da classe 1 previstos no artigo anterior, à exceção do seguinte:

I - não será permitida a presença de corantes provenientes de fontes antrópicas que não sejam removíveis por processo de coagulação, sedimentação e filtração convencionais;

II - coliformes termotolerantes: para uso de recreação de contato primário deverá ser obedecida a Resolução CONAMA nº 274, de 2000. Para os demais usos, não deverá ser excedido um limite de 1.000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 (seis) amostras coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. A *E. coli* poderá ser

determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente:

III - cor verdadeira: até 75 mg Pt/L;

IV - turbidez: até 100 UNT;

V - DBO 5 dias a 20°C até 5 mg/L O₂;

VI - OD, em qualquer amostra, não inferior a 5 mg/L O₂;

VII - clorofila *a*: até 30 µg/L;

VIII - densidade de cianobactérias: até 50000 cel/mL ou 5 mm³/L; e,

IX - fósforo total:

a) até 0,030 mg/L, em ambientes lênticos; e,

b) até 0,050 mg/L, em ambientes intermediários, com tempo de residência entre 2 e 40 dias, e tributários diretos de ambiente lêntico.

Art. 16. As águas doces de classe 3 observarão as seguintes condições e padrões:

I - condições de qualidade de água:

a) não verificação de efeito tóxico agudo a organismos, de acordo com os critérios estabelecidos pelo órgão ambiental competente, ou, na sua ausência, por instituições nacionais ou internacionais renomadas, comprovado pela realização de ensaio ecotoxicológico padronizado ou outro método cientificamente reconhecido;

b) materiais flutuantes, inclusive espumas não naturais: virtualmente ausentes;

c) óleos e graxas: virtualmente ausentes;

d) substâncias que comuniquem gosto ou odor: virtualmente ausentes;

e) não será permitida a presença de corantes provenientes de fontes antrópicas que não sejam removíveis por processo de coagulação, sedimentação e filtração convencionais;

f) resíduos sólidos objetáveis: virtualmente ausentes;

g) coliformes termotolerantes: para o uso de recreação de contato secundário não deverá ser excedido um limite de 2500 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras, coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. Para dessedentação de animais criados confinados não deverá ser excedido o limite de 1000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras, coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. Para os demais usos, não deverá ser excedido um limite de 4000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras coletadas durante o período de um ano, com periodicidade bimestral. A *E. Coli* poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente;

h) cianobactérias para dessedentação de animais: os valores de densidade de cianobactérias não deverão exceder 50.000 cel/ml, ou 5mm³/L;

i) DBO 5 dias a 20°C até 10 mg/L O₂;

j) OD, em qualquer amostra, não inferior a 4 mg/L O₂;

l) turbidez até 100 UNT;

m) cor verdadeira: até 75 mg Pt/L; e,

n) pH: 6,0 a 9,0.

II - Padrões de qualidade de água:

TABELA III - CLASSE 3 - ÁGUAS DOCES	
PADRÕES	
PARÂMETROS	VALOR MÁXIMO
Clorofila <i>a</i>	60 µg/L
Densidade de cianobactérias	100.000 cel/mL ou 10 mm ³ /L

Sólidos dissolvidos totais	500 mg/L
PARÂMETROS INORGÂNICOS	VALOR MÁXIMO
Alumínio dissolvido	0.2 mg/L Al
Arsênio total	0.033 mg/L As
Bário total	1,0 mg/L Ba
Berílio total	0.1 mg/L Be
Boro total	0.75 mg/L B
Cádmio total	0.01 mg/L Cd
Chumbo total	0.033 mg/L Pb
Cianeto livre	0.022 mg/L CN
Cloreto total	250 mg/L Cl
Cobalto total	0.2 mg/L Co
Cobre dissolvido	0.013 mg/L Cu
Cromo total	0.05 mg/L Cr
Ferro dissolvido	5,0 mg/L Fe
Fluoreto total	1,4 mg/L F
Fósforo total (ambiente lântico)	0.05 mg/L P
Fósforo total (ambiente intermediário, com tempo de residência entre 2 e 40 dias, e tributários diretos de ambiente lântico)	0.075 mg/L P
Fósforo total (ambiente lótico e tributários de ambientes intermediários)	0,15 mg/L P
Lítio total	2.5 mg/L Li
Manganês total	0,5 mg/L Mn
Mercúrio total	0.002 mg/L Hg
Níquel total	0.025 mg/L Ni
Nitrato	10.0 mg/L N
Nitrito	1.0 mg/L N
Nitrogênio amoniacal total	13,3 mg/L N, para pH ≤ 7,5
	5.6 mg/L N, para 7,5 < pH ≤ 8,0
	2.2 mg/L N, para 8.0 < pH ≤ 8,5
	1.0 mg/L N, para pH > 8,5
Prata total	0.05 mg/L Ag
Selênio total	0.05 mg/L Se
Sulfato total	250 mg/L SO ₄
Sulfeto (como H ₂ S não dissociado)	0.3 mg/L S
Urânio total	0.02 mg/L U
Vanádio total	0,1 mg/L V
Zinco total	5 mg/L Zn
PARÂMETROS ORGÂNICOS	VALOR MÁXIMO
Aldrin + Dieldrin	0.03 µg/L
Atrazina	2 µg/L
Benzeno	0,005 mg/L
Benzo(a)pireno	0.7 µg/L
Carbaril	70.0 µg/L
Clordano (cis + trans)	0.3 µg/L
2,4-D	30.0 µg/L
DDT (p,p'-DDT + p,p'-DDE + p,p'-DDD)	1.0 µg/L
Demeton (Demeton-O + Demeton-S)	14.0 µg/L
1,2-Dicloroetano	0.01 mg/L
1,1-Dicloroetano	30 µg/L
Dodecacloro Pentaciclodecano	0.001 µg/L
Endossulfan (α + β + sulfato)	0.22 µg/L
Endrin	0.2 µg/L
Fenóis totais (substâncias que reagem com 4-aminoantipirina)	0,01 mg/L C ₆ H ₅ OH
Glifosato	280 µg/L

Gution	0.005 µg/L
Heptacloro epóxido + Heptacloro	0.03 µg/L
Lindano (γ-HCH)	2.0 µg/L
Malation	100.0 µg/L
Metoxicloro	20.0 µg/L
Paration	35.0 µg/L
PCBs - Bifenilas policloradas	0.001 µg/L
Pentaclorofenol	0.009 mg/L
Substâncias tenso-ativas que reagem com o azul de metileno	0.5 mg/L LAS
2,4,5-T	2.0 µg/L
Tetracloroeto de carbono	0.003 mg/L
Tetracloroeteno	0.01 mg/L
Toxafeno	0.21 µg/L
2,4,5-TP	10.0 µg/L
Tributilestanho	2.0 µg/L TBT
Tricloroeteno	0.03 mg/L
2,4,6-Triclorofenol	0.01 mg/L

Art. 17. As águas doces de classe 4 observarão as seguintes condições e padrões:

I - materiais flutuantes, inclusive espumas não naturais: virtualmente ausentes;

II - odor e aspecto: não objetáveis;

III - óleos e graxas: toleram-se iridescências;

IV - substâncias facilmente sedimentáveis que contribuam para o assoreamento de canais de navegação: virtualmente ausentes;

V - fenóis totais (substâncias que reagem com 4 - aminoantipirina) até 1,0 mg/L de C₆H₅OH;

VI - OD, superior a 2,0 mg/L O₂ em qualquer amostra; e,

VII - pH: 6,0 a 9,0.

Seção III

Das Águas Salinas

Art. 18. As águas salinas de classe I observarão as seguintes condições e padrões:

I - condições de qualidade de água:

a) não verificação de efeito tóxico crônico a organismos, de acordo com os critérios estabelecidos pelo órgão ambiental competente, ou, na sua ausência, por instituições nacionais ou internacionais renomadas, comprovado pela realização de ensaio ecotoxicológico padronizado ou outro método cientificamente reconhecido;

b) materiais flutuantes virtualmente ausentes;

c) óleos e graxas: virtualmente ausentes;

d) substâncias que produzem odor e turbidez: virtualmente ausentes;

e) corantes provenientes de fontes antrópicas: virtualmente ausentes;

f) resíduos sólidos objetáveis: virtualmente ausentes;

g) coliformes termolerantes: para o uso de recreação de contato primário deverá ser obedecida a Resolução CONAMA nº 274, de 2000. Para o cultivo de moluscos bivalves destinados à alimentação humana, a média geométrica da densidade de coliformes termotolerantes, de um mínimo de 15 amostras coletadas no mesmo local, não deverá exceder 43 por 100 mililitros, e o percentil 90% não deverá ultrapassar 88 coliformes termolerantes por 100 mililitros. Esses índices deverão ser mantidos em monitoramento anual com um mínimo de 5 amostras. Para os demais usos não deverá ser excedido um limite de 1.000 coliformes termolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras coletadas durante o período de um ano, com periodicidade bimestral. A *E. Coli* poderá ser determinada

em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente:

- h) carbono orgânico total até 3 mg/L, como C;
- i) OD, em qualquer amostra, não inferior a 6 mg/L O₂; e
- j) pH: 6,5 a 8,5, não devendo haver uma mudança do pH natural maior do que 0,2 unidade.

II - Padrões de qualidade de água:

TABELA IV - CLASSE 1 - ÁGUAS SALINAS	
PADRÕES	
PARÂMETROS INORGÂNICOS	VALOR MÁXIMO
Alumínio dissolvido	1,5 mg/L Al
Arsênio total	0,01 mg/L As
Bário total	1,0 mg/L Ba
Berílio total	5,3 µg/L Be
Boro total	5,0 mg/L B
Cádmio total	0,005 mg/L Cd
Chumbo total	0,01 mg/L Pb
Cianeto livre	0,001 mg/L CN
Cloro residual total (combinado + livre)	0,01 mg/L Cl
Cobre dissolvido	0,005 mg/L Cu
Cromo total	0,05 mg/L Cr
Ferro dissolvido	0,3 mg/L Fe
Fluoreto total	1,4 mg/L F
Fósforo Total	0,062 mg/L P
Manganês total	0,1 mg/L Mn
Mercúrio total	0,0002 mg/L Hg
Níquel total	0,025 mg/L Ni
Nitrato	0,40 mg/L N
Nitrito	0,07 mg/L N
Nitrogênio amoniacal total	0,40 mg/L N
Polifosfatos (determinado pela diferença entre fósforo ácido hidrolisável total e fósforo reativo total)	0,031 mg/L P
Prata total	0,005 mg/L Ag
Selênio total	0,01 mg/L Se
Sulfetos (H ₂ S não dissociado)	0,002 mg/L S
Tálio total	0,1 mg/L Tl
Urânio Total	0,5 mg/L U
Zinco total	0,09 mg/L Zn
PARÂMETROS ORGÂNICOS	VALOR MÁXIMO
Aldrin + Dieldrin	0,0019 µg/L
Benzeno	700 µg/L
Carbaril	0,32 µg/L
Clordano (cis + trans)	0,004 µg/L
2,4-D	30,0 µg/L
DDT (p,p'-DDT + p,p'-DDE + p,p'-DDD)	0,001 µg/L
Demeton (Demeton-O + Demeton-S)	0,1 µg/L
Dodecacloro pentaciclodecano	0,001 µg/L
Endossulfan (α + β + sulfato)	0,01 µg/L
Endrin	0,004 µg/L
Etilbenzeno	25 µg/L
Fenóis totais (substâncias que reagem com 4-aminoantipirina)	60 µg/L C ₆ H ₅ OH
Gution	0,01 µg/L
Heptacloro epóxido + Heptacloro	0,001 µg/L
Lindano (γ-HCH)	0,004 µg/L
Malation	0,1 µg/L
Metoxicloro	0,03 µg/L

Monoclorobenzeno	25 µg/L
Pentaclorofenol	7,9 µg/L
PCBs - Bifenilas Policloradas	0,03 µg/L
Substâncias tensoativas que reagem com o azul de metileno	0,2 mg/L LAS
2,4,5-T	10,0 µg/L
Tolueno	215 µg/L
Toxafeno	0,0002 µg/L
2,4,5-TP	10,0 µg/L
Tributilestanho	0,01 µg/L TBT
Triclorobenzeno (1,2,3-TCB + 1,2,4-TCB)	80 µg/L
Tricloroeteno	30,0 µg/L

III - Nas águas salinas onde ocorrer pesca ou cultivo de organismos, para fins de consumo intensivo, além dos padrões estabelecidos no inciso II deste artigo, aplicam-se os seguintes padrões em substituição ou adicionalmente:

TABELA V - CLASSE 1 - ÁGUAS SALINAS	
PADRÕES PARA CORPOS DE ÁGUA ONDE HAJA PESCA OU CULTIVO DE ORGANISMOS PARA FINS DE CONSUMO INTENSIVO	
PARÂMETROS INORGÂNICOS	VALOR MÁXIMO
Arsênio total	0,14 µg/L As
PARÂMETROS ORGÂNICOS	VALOR MÁXIMO
Benzeno	51 µg/L
Benzidina	0,0002 µg/L
Benzo(a)antraceno	0,018 µg/L
Benzo(a)pireno	0,018 µg/L
Benzo(b)fluoranteno	0,018 µg/L
Benzo(k)fluoranteno	0,018 µg/L
2-Clorofenol	150 µg/L
2,4-Diclorofenol	290 µg/L
Criseno	0,018 µg/L
Dibenzo(a,h)antraceno	0,018 µg/L
1,2-Dicloroetano	37 µg/L
1,1-Dicloroeteno	3 µg/L
3,3-Diclorobenzidina	0,028 µg/L
Heptacloro epóxido + Heptacloro	0,000039 µg/L
Hexaclorobenzeno	0,00029 µg/L
Indeno(1,2,3-cd)pireno	0,018 µg/L
PCBs - Bifenilas Policloradas	0,000064 µg/L
Pentaclorofenol	3,0 µg/L
Tetracloroeteno	3,3 µg/L
2,4,6-Triclorofenol	2,4 µg/L

Art 19. Aplicam-se às águas salinas de classe 2 as condições e padrões de qualidade da classe 1, previstos no artigo anterior, à exceção dos seguintes:

I - condições de qualidade de água:

a) não verificação de efeito tóxico agudo a organismos, de acordo com os critérios estabelecidos pelo órgão ambiental competente, ou, na sua ausência, por instituições nacionais ou internacionais renomadas, comprovado pela realização de ensaio ecotoxicológico padronizado ou outro método cientificamente reconhecido;

b) coliformes termotolerantes: não deverá ser excedido um limite de 2500 por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. A *E. Coli* poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente;

c) carbono orgânico total: até 5,00 mg/L, como C; e

d) OD, em qualquer amostra, não inferior a 5,0 mg/L O₂.

II - Padrões de qualidade de água:

TABELA VI - CLASSE 2 - ÁGUAS SALINAS	
PADRÕES	
PARÂMETROS INORGÂNICOS	VALOR MÁXIMO
Arsênio total	0,069 mg/L As
Cádmio total	0,04 mg/L Cd
Chumbo total	0,21 mg/L Pb
Cianeto livre	0,001 mg/L CN
Cloro residual total (combinado + livre)	19 µg/L Cl
Cobre dissolvido	7,8 µg/L Cu
Cromo total	1,1 mg/L Cr
Fósforo total	0,093 mg/L P
Mercúrio total	1,8 µg/L Hg
Níquel	74 µg/L Ni
Nitrato	0,70 mg/L N
Nitrito	0,20 mg/L N
Nitrogênio amoniacal total	0,70 mg/L N
Polifosfatos (determinado pela diferença entre fósforo ácido hidrolisável total e fósforo reativo total)	0,0465 mg/L P
Selênio total	0,29 mg/L Se
Zinco total	0,12 mg/L Zn
PARÂMETROS ORGÂNICOS	VALOR MÁXIMO
Aldrin + Dieldrin	0,03 µg/L
Clordano (cis + trans)	0,09 µg/L
DDT (p-p' DDT + p-p' DDE + p-p' DDD)	0,13 µg/L
Endrin	0,037 µg/L
Heptacloro epóxido + Heptacloro	0,053 µg/L
Lindano (γ-HCH)	0,16 µg/L
Pentaclorofenol	13,0 µg/L
Toxafeno	0,210 µg/L
Tributilestanho	0,37 µg/L TBT

Art. 20. As águas salinas de classe 3 observarão as seguintes condições e padrões:

I - materiais flutuantes, inclusive espumas não naturais: virtualmente ausentes;

II - óleos e graxas: toleram-se iridescências;

III - substâncias que produzem odor e turbidez: virtualmente ausentes;

IV - corantes provenientes de fontes antrópicas: virtualmente ausentes;

V - resíduos sólidos objetáveis: virtualmente ausentes;

VI - coliformes termotolerantes: não deverá ser excedido um limite de 4.000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. A *E. Coli* poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente;

VII - carbono orgânico total: até 10 mg/L, como C;

VIII - OD, em qualquer amostra, não inferior a 4 mg/ L O₂; e

IX - pH: 6,5 a 8,5 não devendo haver uma mudança do pH natural maior do que 0,2 unidades.

Seção IV

Das Águas Salobras

Art. 21. As águas salobras de classe 1 observarão as seguintes condições e padrões:

I - condições de qualidade de água:

a) não verificação de efeito tóxico crônico a organismos, de acordo com os critérios estabelecidos pelo órgão ambiental competente, ou, na sua ausência, por instituições nacionais ou

internacionais renomadas, comprovado pela realização de ensaio ecotoxicológico padronizado ou outro método cientificamente reconhecido;

- b) carbono orgânico total: até 3 mg/L, como C;
- c) OD, em qualquer amostra, não inferior a 5 mg/L O₂;
- d) pH: 6,5 a 8,5;
- e) óleos e graxas: virtualmente ausentes;
- f) materiais flutuantes: virtualmente ausentes;
- g) substâncias que produzem cor, odor e turbidez: virtualmente ausentes;
- h) resíduos sólidos objetáveis: virtualmente ausentes; e

i) coliformes termotolerantes: para o uso de recreação de contato primário deverá ser obedecida a Resolução CONAMA nº 274, de 2000. Para o cultivo de moluscos bivalves destinados à alimentação humana, a média geométrica da densidade de coliformes termotolerantes, de um mínimo de 15 amostras coletadas no mesmo local, não deverá exceder 43 por 100 mililitros, e o percentil 90% não deverá ultrapassar 88 coliformes termotolerantes por 100 mililitros. Esses índices deverão ser mantidos em monitoramento anual com um mínimo de 5 amostras. Para a irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película, bem como para a irrigação de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto, não deverá ser excedido o valor de 200 coliformes termotolerantes por 100mL. Para os demais usos não deverá ser excedido um limite de 1.000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. A *E. coli* poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente.

II - Padrões de qualidade de água:

TABELA VII - CLASSE I - ÁGUAS SALOBRAS	
PADRÕES	
PARÂMETROS INORGÂNICOS	VALOR MÁXIMO
Alumínio dissolvido	0,1 mg/L Al
Arsênio total	0,01 mg/L As
Berílio total	5,3 µg/L Be
Boro	0,5 mg/L B
Cádmio total	0,005 mg/L Cd
Chumbo total	0,01 mg/L Pb
Cianeto livre	0,001 mg/L CN
Cloro residual total (combinado + livre)	0,01 mg/L Cl
Cobre dissolvido	0,005 mg/L Cu
Cromo total	0,05 mg/L Cr
Ferro dissolvido	0,3 mg/L Fe
Fluoreto total	1,4 mg/L F
Fósforo total	0,124 mg/L P
Manganês total	0,1 mg/L Mn
Mercúrio total	0,0002 mg/L Hg
Níquel total	0,025 mg/L Ni
Nitrato	0,40 mg/L N
Nitrito	0,07 mg/L N
Nitrogênio amoniacal total	0,40 mg/L N
Polifosfatos (determinado pela diferença entre fósforo ácido hidrolisável total e fósforo reativo total)	0,062 mg/L P
Prata total	0,005 mg/L Ag
Selênio total	0,01 mg/L Se
Sulfetos (como H ₂ S não dissociado)	0,002 mg/L S
Zinco total	0,09 mg/L Zn
PARÂMETROS ORGÂNICOS	VALOR MÁXIMO
Aldrin + dieldrin	0,0019 µg/L
Benzeno	700 µg/L

Carbaril	0,32 µg/L
Clordano (cis + trans)	0,004 µg/L
2,4-D	10,0 µg/L
DDT (p,p'DDT+ p,p'DDE + p,p'DDD)	0,001 µg/L
Demeton (Demeton-O + Demeton-S)	0,1 µg/L
Dodecacloro pentaciclodecano	0,001 µg/L
Endrin	0,004 µg/L
Endossulfan (α + β + sulfato)	0,01 µg/L
Etilbenzeno	25,0 µg/L
Fenóis totais (substâncias que reagem com 4-aminoantipirina)	0,003 mg/L C ₆ H ₅ OH
Gution	0,01 µg/L
Heptacloro epóxido + Heptacloro	0,001 µg/L
Lindano (γ -HCH)	0,004 µg/L
Malation	0,1 µg/L
Metoxicloro	0,03 µg/L
Monoclorobenzeno	25 µg/L
Paration	0,04 µg/L
Pentaclorofenol	7,9 µg/L
PCBs - Bifenilas Policloradas	0,03 µg/L
Substâncias tensoativas que reagem com azul de metileno	0,2 LAS
2,4,5-T	10,0 µg/L
Tolueno	215 µg/L
Toxafeno	0,0002 µg/L
2,4,5-TP	10,0 µg/L
Tributilestanho	0,010 µg/L TBT
Triclorobenzeno (1,2,3-TCB + 1,2,4-TCB)	80,0 µg/L

III - Nas águas salobras onde ocorrer pesca ou cultivo de organismos, para fins de consumo intensivo, além dos padrões estabelecidos no inciso II deste artigo, aplicam-se os seguintes padrões em substituição ou adicionalmente:

TABELA VIII - CLASSE 1 - ÁGUAS SALOBRAS	
PADRÕES PARA CORPOS DE ÁGUA ONDE HAJA PESCA OU CULTIVO DE ORGANISMOS PARA FINS DE CONSUMO INTENSIVO	
PARÂMETROS INORGÂNICOS	VALOR MÁXIMO
Arsênio total	0,14 µg/L As
PARÂMETROS ORGÂNICOS	VALOR MÁXIMO
Benzeno	51 µg/L
Benzidina	0,0002 µg/L
Benzo(a)antraceno	0,018 µg/L
Benzo(a)pireno	0,018 µg/L
Benzo(b)fluoranteno	0,018 µg/L
Benzo(k)fluoranteno	0,018 µg/L
2-Clorofenol	150 µg/L
Criseno	0,018 µg/L
Dibenzo(a,h)antraceno	0,018 µg/L
2,4-Diclorofenol	290 µg/L
1,1-Dicloroetano	3,0 µg/L
1,2-Dicloroetano	37,0 µg/L
3,3-Diclorobenzidina	0,028 µg/L
Heptacloro epóxido + Heptacloro	0,000039 µg/L
Hexaclorobenzeno	0,00029 µg/L
Indeno(1,2,3-cd)pireno	0,018 µg/L
Pentaclorofenol	3,0 µg/L
PCBs - Bifenilas Policloradas	0,000064 µg/L
Tetracloroetano	3,3 µg/L
Tricloroetano	30 µg/L

2,4,6-Triclorofenol

2,4 µg/L

Art. 22. Aplicam-se às águas salobras de classe 2 as condições e padrões de qualidade da classe I, previstos no artigo anterior, à exceção dos seguintes:

I - condições de qualidade de água:

a) não verificação de efeito tóxico agudo a organismos, de acordo com os critérios estabelecidos pelo órgão ambiental competente, ou, na sua ausência, por instituições nacionais ou internacionais renomadas, comprovado pela realização de ensaio ecotoxicológico padronizado ou outro método cientificamente reconhecido;

b) carbono orgânico total: até 5.00 mg/L, como C;

c) OD, em qualquer amostra, não inferior a 4 mg/L O₂; e

d) coliformes termotolerantes: não deverá ser excedido um limite de 2500 por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. A *E. coli* poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente.

II - Padrões de qualidade de água:

TABELA IX - CLASSE 2 - ÁGUAS SALOBRAS	
PADRÕES	
PARÂMETROS INORGÂNICOS	VALOR MÁXIMO
Arsênio total	0,069 mg/L As
Cádmio total	0,04 mg/L Cd
Chumbo total	0,210 mg/L Pb
Cromo total	1,1 mg/L Cr
Cianeto livre	0,001 mg/L CN
Cloro residual total (combinado + livre)	19,0 µg/L Cl
Cobre dissolvido	7,8 µg/L Cu
Fósforo total	0,186 mg/L P
Mercúrio total	1,8 µg/L Hg
Níquel total	74,0 µg/L Ni
Nitrato	0,70 mg/L N
Nitrito	0,20 mg/L N
Nitrogênio amoniacal total	0,70 mg/L N
Polifosfatos (determinado pela diferença entre fósforo ácido hidrolisável total e fósforo reativo total)	0,093 mg/L P
Selênio total	0,29 mg/L Se
Zinco total	0,12 mg/L Zn
PARÂMETROS ORGÂNICOS	VALOR MÁXIMO
Aldrin + Dieldrin	0,03 µg/L
Clordano (cis + trans)	0,09 µg/L
DDT (p-p' DDT + p-p' DDE + p-p' DDD)	0,13 µg/L
Endrin	0,037 µg/L
Heptacloro epóxido+ Heptacloro	0,053 µg/L
Lindano (γ-HCH)	0,160 µg/L
Pentaclorofenol	13,0 µg/L
Toxafeno	0,210 µg/L
Tributilestanho	0,37 µg/L TBT

Art. 23. As águas salobras de classe 3 observarão as seguintes condições e padrões:

I - pH: 5 a 9;

II - OD, em qualquer amostra, não inferior a 3 mg/L O₂;

III - óleos e graxas: toleram-se iridescências;

IV - materiais flutuantes: virtualmente ausentes;

V - substâncias que produzem cor, odor e turbidez: virtualmente ausentes;

VI - substâncias facilmente sedimentáveis que contribuam para o assoreamento de canais de navegação: virtualmente ausentes;

VII - coliformes termotolerantes: não deverá ser excedido um limite de 4.000 coliformes termotolerantes por 100 mL em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. A *E. Coli* poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente; e

VIII - carbono orgânico total até 10,0 mg/L, como C.

CAPÍTULO IV

DAS CONDIÇÕES E PADRÕES DE LANÇAMENTO DE EFLUENTES

Art. 24. Os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados, direta ou indiretamente, nos corpos de água, após o devido tratamento e desde que obedeçam às condições, padrões e exigências dispostos nesta Resolução e em outras normas aplicáveis.

Parágrafo único. O órgão ambiental competente poderá, a qualquer momento:

I - acrescentar outras condições e padrões, ou torná-los mais restritivos, tendo em vista as condições locais, mediante fundamentação técnica; e

II - exigir a melhor tecnologia disponível para o tratamento dos efluentes, compatível com as condições do respectivo curso de água superficial, mediante fundamentação técnica.

Art. 25. É vedado o lançamento e a autorização de lançamento de efluentes em desacordo com as condições e padrões estabelecidos nesta Resolução.

Parágrafo único. O órgão ambiental competente poderá, excepcionalmente, autorizar o lançamento de efluente acima das condições e padrões estabelecidos no art. 34, desta Resolução, desde que observados os seguintes requisitos:

I - comprovação de relevante interesse público, devidamente motivado;

II - atendimento ao enquadramento e às metas intermediárias e finais, progressivas e obrigatórias;

III - realização de Estudo de Impacto Ambiental-EIA, às expensas do empreendedor responsável pelo lançamento;

IV - estabelecimento de tratamento e exigências para este lançamento; e

V - fixação de prazo máximo para o lançamento excepcional.

Art. 26. Os órgãos ambientais federal, estaduais e municipais, no âmbito de sua competência, deverão, por meio de norma específica ou no licenciamento da atividade ou empreendimento, estabelecer a carga poluidora máxima para o lançamento de substâncias passíveis de estarem presentes ou serem formadas nos processos produtivos, listadas ou não no art. 34, desta Resolução, de modo a não comprometer as metas progressivas obrigatórias, intermediárias e final, estabelecidas pelo enquadramento para o corpo de água.

§ 1º No caso de empreendimento de significativo impacto, o órgão ambiental competente exigirá, nos processos de licenciamento ou de sua renovação, a apresentação de estudo de capacidade de suporte de carga do corpo de água receptor.

§ 2º O estudo de capacidade de suporte deve considerar, no mínimo, a diferença entre os padrões estabelecidos pela classe e as concentrações existentes no trecho desde a montante, estimando a concentração após a zona de mistura.

§ 3º Sob pena de nulidade da licença expedida, o empreendedor, no processo de licenciamento, informará ao órgão ambiental as substâncias, entre aquelas previstas nesta Resolução para padrões de qualidade de água, que poderão estar contidas no seu efluente.

§ 4º O disposto no § 1º aplica-se também às substâncias não contempladas nesta Resolução, exceto se o empreendedor não tinha condições de saber de sua existência nos seus efluentes.

Art. 27. É vedado, nos efluentes, o lançamento dos Poluentes Orgânicos Persistentes-POPs mencionados na Convenção de Estocolmo, ratificada pelo Decreto Legislativo nº 204, de 7 de maio de 2004.

Parágrafo único. Nos processos onde possa ocorrer a formação de dioxinas e furanos deverá ser utilizada a melhor tecnologia disponível para a sua redução, até a completa eliminação.

Art. 28. Os efluentes não poderão conferir ao corpo de água características em desacordo com as metas obrigatórias progressivas, intermediárias e final, do seu enquadramento.

§ 1º As metas obrigatórias serão estabelecidas mediante parâmetros.

§ 2º Para os parâmetros não incluídos nas metas obrigatórias, os padrões de qualidade a serem obedecidos são os que constam na classe na qual o corpo receptor estiver enquadrado.

§ 3º Na ausência de metas intermediárias progressivas obrigatórias, devem ser obedecidos os padrões de qualidade da classe em que o corpo receptor estiver enquadrado.

Art. 29. A disposição de efluentes no solo, mesmo tratados, não poderá causar poluição ou contaminação das águas.

Art. 30. No controle das condições de lançamento, é vedada, para fins de diluição antes do seu lançamento, a mistura de efluentes com águas de melhor qualidade, tais como as águas de abastecimento, do mar e de sistemas abertos de refrigeração sem recirculação.

Art. 31. Na hipótese de fonte de poluição geradora de diferentes efluentes ou lançamentos individualizados, os limites constantes desta Resolução aplicar-se-ão a cada um deles ou ao conjunto após a mistura, a critério do órgão ambiental competente.

Art. 32. Nas águas de classe especial é vedado o lançamento de efluentes ou disposição de resíduos domésticos, agropecuários, de aquicultura, industriais e de quaisquer outras fontes poluentes, mesmo que tratados.

§ 1º Nas demais classes de água, o lançamento de efluentes deverá, simultaneamente:

I - atender às condições e padrões de lançamento de efluentes;

II - não ocasionar a ultrapassagem das condições e padrões de qualidade de água, estabelecidos para as respectivas classes, nas condições da vazão de referência; e

III - atender a outras exigências aplicáveis.

§ 2º No corpo de água em processo de recuperação, o lançamento de efluentes observará as metas progressivas obrigatórias, intermediárias e final.

Art. 33. Na zona de mistura de efluentes, o órgão ambiental competente poderá autorizar, levando em conta o tipo de substância, valores em desacordo com os estabelecidos para a respectiva classe de enquadramento, desde que não comprometam os usos previstos para o corpo de água.

Parágrafo único. A extensão e as concentrações de substâncias na zona de mistura deverão ser objeto de estudo, nos termos determinados pelo órgão ambiental competente, às expensas do empreendedor responsável pelo lançamento.

Art. 34. Os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados, direta ou indiretamente, nos corpos de água desde que obedeçam as condições e padrões previstos neste artigo, resguardadas outras exigências cabíveis:

§ 1º O efluente não deverá causar ou possuir potencial para causar efeitos tóxicos aos organismos aquáticos no corpo receptor, de acordo com os critérios de toxicidade estabelecidos pelo órgão ambiental competente.

§ 2º Os critérios de toxicidade previstos no § 1º devem se basear em resultados de ensaios ecotoxicológicos padronizados, utilizando organismos aquáticos, e realizados no efluente.

§ 3º Nos corpos de água em que as condições e padrões de qualidade previstos nesta Resolução não incluam restrições de toxicidade a organismos aquáticos, não se aplicam os parágrafos anteriores.

§ 4º Condições de lançamento de efluentes:

I - pH entre 5 a 9;

II - temperatura: inferior a 40°C, sendo que a variação de temperatura do corpo receptor não deverá exceder a 3°C na zona de mistura;

III - materiais sedimentáveis: até 1 mL/L em teste de 1 hora em cone Imhoff. Para o lançamento em lagos e lagoas, cuja velocidade de circulação seja praticamente nula, os materiais sedimentáveis deverão estar virtualmente ausentes;

IV - regime de lançamento com vazão máxima de até 1,5 vezes a vazão média do período de atividade diária do agente poluidor, exceto nos casos permitidos pela autoridade competente;

V - óleos e graxas:

1 - óleos minerais: até 20mg/L;

2- óleos vegetais e gorduras animais: até 50mg/L; e

VI - ausência de materiais flutuantes.

§ 5º Padrões de lançamento de efluentes:

TABELA X - LANÇAMENTO DE EFLUENTES	
PADRÕES	
PARÂMETROS INORGÂNICOS	VALOR MÁXIMO
Arsênio total	0.5 mg/L As
Bário total	5,0 mg/L Ba
Boro total	5,0 mg/L B
Cádmio total	0.2 mg/L Cd
Chumbo total	0.5 mg/L Pb
Cianeto total	0.2 mg/L CN
Cobre dissolvido	1,0 mg/L Cu
Cromo total	0.5 mg/L Cr
Estanho total	4,0 mg/L Sn
Ferro dissolvido	15,0 mg/L Fe
Fluoreto total	10,0 mg/L F
Manganês dissolvido	1,0 mg/L Mn
Mercúrio total	0,01 mg/L Hg
Níquel total	2,0 mg/L Ni
Nitrogênio amoniacal total	20,0 mg/L N
Prata total	0,1 mg/L Ag
Selênio total	0,30 mg/L Se
Sulfeto	1,0 mg/L S
Zinco total	5,0 mg/L Zn
PARÂMETROS ORGÂNICOS	VALOR MÁXIMO
Clorofórmio	1,0 mg/L
Dicloroetano	1,0 mg/L
Fenóis totais (substâncias que reagem com 4-aminoantipirina)	0,5 mg/L C ₆ H ₅ OH
Tetracloroeto de Carbono	1,0 mg/L
Tricloroetano	1,0 mg/L

Art. 35. Sem prejuízo do disposto no inciso I, do § 1º do art. 24, desta Resolução, o órgão ambiental competente poderá, quando a vazão do corpo de água estiver abaixo da vazão de referência, estabelecer restrições e medidas adicionais, de caráter excepcional e temporário, aos lançamentos de efluentes que possam, dentre outras conseqüências:

I - acarretar efeitos tóxicos agudos em organismos aquáticos; ou

II - inviabilizar o abastecimento das populações.

Art. 36. Além dos requisitos previstos nesta Resolução e em outras normas aplicáveis, os efluentes provenientes de serviços de saúde e estabelecimentos nos quais haja despejos infectados com microorganismos patogênicos, só poderão ser lançados após tratamento especial.

Art. 37. Para o lançamento de efluentes tratados no leito seco de corpos de água intermitentes, o órgão ambiental competente definirá, ouvido o órgão gestor de recursos hídricos, condições especiais.

CAPÍTULO V

DIRETRIZES AMBIENTAIS PARA O ENQUADRAMENTO

Art. 38. O enquadramento dos corpos de água dar-se-á de acordo com as normas e procedimentos definidos pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos-CNRH e Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos.

§ 1º O enquadramento do corpo hídrico será definido pelos usos preponderantes mais restritivos da água, atuais ou pretendidos.

§ 2º Nas bacias hidrográficas em que a condição de qualidade dos corpos de água esteja em desacordo com os usos preponderantes pretendidos, deverão ser estabelecidas metas obrigatórias, intermediárias e final, de melhoria da qualidade da água para efetivação dos respectivos enquadramentos, excetuados nos parâmetros que excedam aos limites devido às condições naturais.

§ 3º As ações de gestão referentes ao uso dos recursos hídricos, tais como a outorga e cobrança pelo uso da água, ou referentes à gestão ambiental, como o licenciamento, termos de ajustamento de conduta e o controle da poluição, deverão basear-se nas metas progressivas intermediárias e final aprovadas pelo órgão competente para a respectiva bacia hidrográfica ou corpo hídrico específico.

§ 4º As metas progressivas obrigatórias, intermediárias e final, deverão ser atingidas em regime de vazão de referência, excetuados os casos de baías de águas salinas ou salobras, ou outros corpos hídricos onde não seja aplicável a vazão de referência, para os quais deverão ser elaborados estudos específicos sobre a dispersão e assimilação de poluentes no meio hídrico.

§ 5º Em corpos de água intermitentes ou com regime de vazão que apresente diferença sazonal significativa, as metas progressivas obrigatórias poderão variar ao longo do ano.

§ 6º Em corpos de água utilizados por populações para seu abastecimento, o enquadramento e o licenciamento ambiental de atividades a montante preservarão, obrigatoriamente, as condições de consumo.

CAPÍTULO VI

DISPOSIÇÕES FINAIS E TRANSITÓRIAS

Art. 39. Cabe aos órgãos ambientais competentes, quando necessário, definir os valores dos poluentes considerados virtualmente ausentes.

Art. 40. No caso de abastecimento para consumo humano, sem prejuízo do disposto nesta Resolução, deverão ser observadas, as normas específicas sobre qualidade da água e padrões de potabilidade.

Art. 41. Os métodos de coleta e de análises de águas são os especificados em normas técnicas cientificamente reconhecidas.

Art. 42. Enquanto não aprovados os respectivos enquadramentos, as águas doces serão consideradas classe 2, as salinas e salobras classe 1, exceto se as condições de qualidade atuais forem melhores, o que determinará a aplicação da classe mais rigorosa correspondente.

Art. 43. Os empreendimentos e demais atividades poluidoras que, na data da publicação desta Resolução, tiverem Licença de Instalação ou de Operação, expedida e não impugnada, poderão a critério do órgão ambiental competente, ter prazo de até três anos, contados a partir de sua vigência, para se adequarem às condições e padrões novos ou mais rigorosos previstos nesta Resolução.

§ 1º O empreendedor apresentará ao órgão ambiental competente o cronograma das medidas necessárias ao cumprimento do disposto no *caput* deste artigo.

§ 2º O prazo previsto no *caput* deste artigo poderá, excepcional e tecnicamente motivado, ser prorrogado por até dois anos, por meio de Termo de Ajustamento de Conduta, ao qual se dará publicidade, enviando-se cópia ao Ministério Público.

§ 3º As instalações de tratamento existentes deverão ser mantidas em operação com a capacidade, condições de funcionamento e demais características para as quais foram aprovadas, até que se cumpram as disposições desta Resolução.

§ 4º O descarte contínuo de água de processo ou de produção em plataformas marítimas de petróleo será objeto de resolução específica, a ser publicada no prazo máximo de um ano, a contar da data de publicação desta Resolução, ressalvado o padrão de lançamento de óleos e graxas a ser o definido nos termos do art. 34, desta Resolução, até a edição de resolução específica.

Art. 44. O CONAMA, no prazo máximo de um ano, complementarará, onde couber, condições e padrões de lançamento de efluentes previstos nesta Resolução.

Art. 45. O não cumprimento ao disposto nesta Resolução acarretará aos infratores as sanções previstas pela legislação vigente.

§ 1º Os órgãos ambientais e gestores de recursos hídricos, no âmbito de suas respectivas competências, fiscalizarão o cumprimento desta Resolução, bem como quando pertinente, a aplicação das penalidades administrativas previstas nas legislações específicas, sem prejuízo do sancionamento penal e da responsabilidade civil objetiva do poluidor.

§ 2º As exigências e deveres previstos nesta Resolução caracterizam obrigação de relevante interesse ambiental.

Art. 46. O responsável por fontes potencial ou efetivamente poluidoras das águas deve apresentar ao órgão ambiental competente, até o dia 31 de março de cada ano, declaração de carga poluidora, referente ao ano civil anterior, subscrita pelo administrador principal da empresa e pelo responsável técnico devidamente habilitado, acompanhada da respectiva Anotação de Responsabilidade Técnica.

§ 1º A declaração referida no *caput* deste artigo conterá, entre outros dados, a caracterização qualitativa e quantitativa de seus efluentes, baseada em amostragem representativa dos mesmos, o estado de manutenção dos equipamentos e dispositivos de controle da poluição.

§ 2º O órgão ambiental competente poderá estabelecer critérios e formas para apresentação da declaração mencionada no *caput* deste artigo, inclusive, dispensando-a se for o caso para empreendimentos de menor potencial poluidor.

Art. 47. Equiparam-se a perito, os responsáveis técnicos que elaborem estudos e pareceres apresentados aos órgãos ambientais.

Art. 48. O não cumprimento ao disposto nesta Resolução sujeitará os infratores, entre outras, às sanções previstas na Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998 e respectiva regulamentação.

Art. 49. Esta Resolução entra em vigor na data de sua publicação.

Art. 50. Revoga-se a Resolução CONAMA nº 020, de 18 de junho de 1986.

MARINA SILVA
Presidente do CONAMA



Ministério do Meio Ambiente - MMA
 Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio
 Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO

Autorização para atividades com finalidade científica

Número: 22001-1	Data da Emissão: 20/10/2009 10:39
Dados do titular	
Nome: Luciana Aparecida Beneciuti	CPF: 260.639.938-27
Título do Projeto: Análise de risco ecológico proveniente de agrotóxico na cabeceira do rio São Lourenço	
Nome da Instituição : FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO	CNPJ: 33.004.540/0001-00

Cronograma de atividades

#	Descrição da atividade	Início (mês/ano)	Fim (mês/ano)
1	coleta de peixes	10/2009	10/2009
2	aclimatação dos peixes	10/2009	10/2009
3	teste de toxicidade	10/2009	11/2009
4	análise de dados	11/2009	11/2009
5	elaboração dos resultados	11/2009	11/2009
6	Apresentação dos resultados	11/2009	11/2009

De acordo com o art. 33 da IN 154/2009, esta autorização tem prazo de validade equivalente ao previsto no cronograma de atividades do projeto.

Observações e ressalvas

1	As atividades de campo exercidas por pessoa natural ou jurídica estrangeira, em todo o território nacional, que impliquem o deslocamento de recursos humanos e materiais, tendo por objeto coletar dados, materiais, espécimes biológicos e minerais, peças integrantes da cultura nativa e cultura popular, presente e passa da, obtidos por meio de recursos e técnicas que se destinem ao estudo, à difusão ou à pesquisa, estão sujeitas a autorização do Ministério de Ciência e Tecnologia.
2	Esta autorização não exime o titular e a sua equipe da necessidade de obter as anuências previstas em outros instrumentos legais, bem como do consentimento do responsável pela área, pública ou privada, onde será realizada a atividade.
3	Esta autorização não poderá ser utilizada para fins comerciais, industriais, esportivos ou para realização de atividades inerentes ao processo de licenciamento ambiental de empreendimentos. O material biológico coletado deverá ser utilizado para atividades científicas ou didáticas no âmbito do ensino superior.
4	A autorização para envio ao exterior de material biológico não consignado deverá ser requerida por meio do endereço eletrônico www.ibama.gov.br (Serviços on-line - Licença para importação ou exportação de flora e fauna - CITES e não CITES). Em caso de material consignado, consulte www.ibama.gov.br/sisbio - menu Exportação.
5	O titular de licença ou autorização e os membros da sua equipe deverão optar por métodos de coleta e instrumentos de captura direcionados, sempre que possível, ao grupo taxonômico de interesse, evitando a morte ou dano significativo a outros grupos; e empregar esforço de coleta ou captura que não comprometa a viabilidade de populações do grupo taxonômico de interesse em condição in situ.
6	Este documento não dispensa o cumprimento da legislação que dispõe sobre acesso a componente do patrimônio genético existente no território nacional, na plataforma continental e na zona econômica exclusiva, ou ao conhecimento tradicional associado ao patrimônio genético, para fins de pesquisa científica, bioprospeção e desenvolvimento tecnológico.
7	Em caso de pesquisa em Unidade de Conservação Federal, o pesquisador titular deverá contactar a administração dessa unidade a fim de CONFIRMAR AS DATAS das expedições, as condições para realização das coletas e de uso da infra-estrutura da unidade.
8	As atividades contempladas nesta autorização NAO abrangem espécies brasileiras constante de listas oficiais (de abrangência nacional, estadual ou municipal) de espécies ameaçadas de extinção, sobreexplotadas ou ameaçadas de sobreexplotação.

Locais onde as atividades de campo serão executadas

#	Município	UF	Descrição do local	Tipo
1	CUIABA	MT	Pedreira São Gonçalo colônia (Z- 8)	Fora de UC

Atividades X Táxons

#	Atividade	Táxons
1	Coleta/transporte de espécimes da fauna silvestre in situ	Characiformes (*Qtde: 250)

* Qtde. de indivíduos por espécie/localidade/unidade de conservação, a serem coletados durante um ano.

Material e métodos

1	Método de captura/coleta (Peixes)	Tarrafa, Puçá
---	-----------------------------------	---------------

Destino do material biológico coletado

#	Nome local destino	Tipo Destino
---	--------------------	--------------

Este documento (Autorização para atividades com finalidade científica) foi expedido com base na Instrução Normativa nº154/2007. Através do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade ou regularidade deste documento, por meio da página do Sisbio/ICMBio na Internet (www.icmbio.gov.br/sisbio).

Código de autenticação: 77336629





Ministério do Meio Ambiente - MMA
 Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio
 Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO

Autorização para atividades com finalidade científica

Número: 22001-1		Data da Emissão: 20/10/2009 10:39	
Dados do titular			
Nome: Luciana Aparecida Beneciuti		CPF: 260.639.938-27	
Título do Projeto: Análise de risco ecológico proveniente de agrotóxico na cabeceira do rio São Lourenço			
Nome da Instituição : FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO		CNPJ: 33.004.540/0001-00	
1	FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO	análise " in vitro" na própria instituição	

Este documento (Autorização para atividades com finalidade científica) foi expedido com base na Instrução Normativa nº154/2007. Através do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade ou regularidade deste documento, por meio da página do Sisbio/ICMBio na Internet (www.icmbio.gov.br/sisbio).

Código de autenticação: 77336629



Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)