



Protocolo para Derivação de Critérios de Qualidade da Água para proteção da Vida Aquática no Brasil

Critérios de Qualidade da Água (CQA)

Gisela de Aragão Umbuzeiro¹

Silvia de Simone²

Adriana Castilho Costa Ribeiro de Deus

Leticia Altafin

Leticia Falcão Veiga

Lidiane da Silva Nobre Alves

Maria Luiza Marcico Publio de Castro

Marta Condé Lamparelli

Peter von der Ohe

Rosalina Pereira de Almeida Araujo

Vera Maria Ferrão Vargas

2011

¹ Coordenadora do workshop

² Coordenadora do grupo de trabalho

Apresentação

Este documento foi produzido durante o workshop “Estratégias para definição de critérios ambientais para proteção da saúde humana e do ecossistema”³, atividade satélite do IX Congresso Brasileiro de Mutagênese, Carcinogênese e Teratogênese Ambiental, promovido pela Sociedade Brasileira de Mutagênese, Carcinogênese e Teratogênese Ambiental (SBMCTA), com o apoio de sociedades científicas⁴, universidades⁵ e órgãos de governo,⁶ e com o patrocínio de sociedades científicas⁷ e empresas⁸.

Trata-se de uma proposta de um método para o estabelecimento de critérios de qualidade da água para proteção da biota aquática. Os autores integraram um dos três grupos de trabalho formados no *workshop*. Os outros dois grupos discutiram os métodos para derivação de critérios de qualidade da água para o consumo humano e para priorização das substâncias a serem regulamentadas.

Os pesquisadores internacionais⁹ apresentaram e debateram experiências e metodologias adotadas pelas suas instituições de origem. Já os pesquisadores e representantes das agências brasileiras¹⁰ apresentaram as bases de dados que foram consideradas para estabelecer os critérios adotados na legislação brasileira. Após as apresentações o evento promoveu um debate entre os participantes onde foram discutidos estudos nacionais que culminaram na proposição de métodos de derivação específicos para o Brasil e eventualmente para outros países da América Latina.

No Brasil é comum o uso de valores numéricos ou padrões definidos pelos países desenvolvidos, sobretudo da América do Norte e Europa, bem como de agências internacionais. Há uma lacuna no que se refere aos métodos para definição dos padrões utilizados nas normas legais brasileiras. Na maioria dos casos os padrões existentes foram apropriados de diferentes organizações ou países, com

³ Realizado no período de 16 a 20 de novembro de 2009, em Jundiaí, São Paulo, Brasil.

⁴ Sociedade Brasileira de Ecotoxicologia (ECOTOX) e Sociedade Brasileira de Toxicologia (SBTox).

⁵ Laboratório de Ecotoxicologia Aquática e Limnologia (LEAL) da Faculdade de Tecnologia da UNICAMP.

⁶ Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) e Ministério do Meio Ambiente (MMA).

⁷ Organisation of Prohibition of Chemical Weapons (OPCW) e Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA).

⁸ Consultoria Paulista de Estudos Ambientais (CPEA), Laboratório CEIMIC, Laboratório CORPLAB, Laboratório ANALYTICAL TECHNOLOGY, Laboratório ECOLABOR, Acqua Consulting e EKA Chemicals do Brasil.

⁹ Errol Zeiger (North Carolina, EUA), Marina Jakomin (Ministério do Planejamento, Argentina), Peter C. von der Ohe (UFZ, Leipzig, Alemanha), Rita Schoney (Washington-DC, EUA), Robert Baan (IARC, Lyon, França), Silvia de Simone (Ministério do Planejamento, Argentina) e Tamara Grummt (UBA, Alemanha).

¹⁰ Gisela Aragão Umbuzeiro (FT, Unicamp, Campinas-SP) e Luis Rangel (MAPA, Brasília-DF).

diferenças de clima, temperatura, tipo de água e solo, além das diferenças na capacidade tecnológica de tratamento e analítica.

Além disso, entre as agências ambientais internacionais que definem seus próprios critérios, se observa valores bastante diferentes para a mesma substância. Para cada agente regulador, há variações entre os parâmetros utilizados para definição de seus critérios, como: o próprio algoritmo de cálculo, substâncias consideradas prioritárias, as estimativas de risco quantitativo, critério utilizado para classificação carcinogênica, fatores de incertezas, cenários de exposição, níveis de risco aceitáveis considerados, entre outras. O uso de diferentes variáveis e formas de cálculo podem conseqüentemente, gerar números diferentes com o mesmo objetivo inicial de proteção da saúde humana ou da biota¹¹. A adoção de uma lista de substâncias e seus critérios provenientes de outras regiões do mundo pode, ainda, gerar contradições na aplicação diante de outras normas legais do país. Por exemplo, uma substância pode ser considerada carcinogênica na regulamentação da água e não carcinogênica para solo ou alimento, dependendo de onde o critério foi importado.

A Argentina, de forma pioneira na América Latina, definiu sua própria lista de substâncias prioritárias e seus algoritmos de cálculo de critérios de qualidade para águas naturais. Os principais usos da água foram considerados, levando-se em consideração as características e necessidades daquele país. Destaca-se a permanência de um grupo que acompanha a literatura e revisa constantemente os valores adotados. Todas as informações são apresentadas de forma transparente e podem ser acessadas na página eletrônica da Subsecretaria de Recursos Hídricos¹².

A derivação de critérios é um processo contínuo, pois tanto os dados ecotoxicológicos das substâncias, os parâmetros usados nos algoritmos de cálculo, assim como os próprios algoritmos, mudam com o avanço da ciência. Parece então evidente que o Brasil desenvolva suas próprias regras para a derivação de critérios ambientais. Portanto, uma discussão científica sobre o assunto com os atores envolvidos nesse processo é de suma importância para se criar regras para o estabelecimento de critérios adequados a realidade nacional.

¹¹ Stouten et al.. Reassessment of Occupational Exposure Limits. **American Journal of Industrial Medicine**, v.51,; p.407-418, 2008

¹² Secretaria de Obras Públicas. Subsecretaria de Recursos Hídricos. Calidad del Agua. Disponível em: <<http://www.hidricosargentina.gov.ar/CalidadAgua.html>>. Acesso em: 30set. 2008.

Sumário

1. Introdução	7
2. Objetivo dos critérios de qualidade da água.....	7
3. Seleção de dados.....	8
5. Derivação de critérios de qualidade da água para proteção da vida aquática	11
5.1. Protocolo para derivação de CQA para a proteção da comunidade pelágica	12
5.1.1 Protocolo para derivação de CQA para a proteção da comunidade pelágica de água doce.....	12
5.1.2 Protocolo para a derivação de critérios de qualidade da água para organismos pelágicos que vivem em águas salinas ou salobras.....	13
5.2. Protocolo para derivação de critérios de qualidade da água para proteção da comunidade bentônica	17
6. Necessidades futuras.....	18
7. Novos avanços na avaliação do risco	19
Agradecimentos	20
Referências Consultadas	21
APÊNDICE I.....	24
APÊNDICE II.....	32
APÊNDICE III.....	40
APÊNDICE IV.....	47

Lista de Abreviações

CEu	Comunidade Européia
CEO	Concentração de Efeito Observado
CE10	Concentração de Efeito para 10% dos organismos-teste
CE50	Concentração de Efeito para 50% dos organismos-teste
CENO	Concentração de efeito não observado
CI	Concentração de Inibição
CI25	Concentração de Inibição para 25% dos organismos-teste
CL	Concentração Letal
CL50	Concentração Letal para 50% dos organismos-teste
CQA	Critérios de Qualidade da Água
CR5	Concentração de Risco para 5% das espécies
CSEP	Concentração Sem Efeito Previsto
CPQA	Critério Preliminar de Qualidade da Água
CPQS	Critério Preliminar de Qualidade do Sedimento
CQS	Critérios de Qualidade do Sedimento
FA	Fator de Avaliação
MLB	Modelo do Ligante Biótico
PQA	Padrão de Qualidade Ambiental
RQEA	Relação Quantitativa Estrutura-Atividade

Glossário

Bioacumulação: termo genérico que descreve o processo por meio do qual um composto é assimilado por um organismo, tanto a partir da água como do alimento.

Critério de qualidade: é um valor fixado para uma determinada variável que, estando dentro dos limites máximos (ou mínimos, conforme a natureza do constituinte), protegerá os usos desejados para um determinado corpo de água, dentro de um grau de segurança. Um critério pode ser também narrativo.

Concentração de efeito não observado (CENO): maior concentração nominal de um agente químico que não causa efeito deletério estatisticamente significativo nos organismos durante determinado tempo de exposição, nas condições de teste.

Concentração de efeito observado (CEO): menor concentração nominal de um agente químico que causa efeito deletério estatisticamente significativo nos organismos, durante determinado tempo de exposição, nas condições de teste.

CE50 ou CL50: concentração efetiva ou letal inicial mediana; concentração nominal do agente tóxico, no início do ensaio, que causa efeito agudo (letalidade ou imobilidade) a 50% dos organismos-teste, em determinado período de tempo de exposição.

Efeito agudo: efeito deletério causado por agentes tóxicos aos organismos-teste, em curto período de exposição.

Efeito crônico: efeito deletério causado por agentes tóxicos a organismos-teste, em período de exposição que pode abranger a totalidade de seu ciclo de vida ou parte dele.

Comunidade bentônica: comunidade de organismos associados aos substratos de fundo de um corpo de água.

Organismos pelágicos: comunidade de organismos que vivem livremente no meio líquido.

Ensaio Ecotoxicológico: teste realizado em laboratório utilizado para detectar e avaliar capacidade inerente ao agente tóxico de causar efeito deletério em organismos vivos.

Fator de Avaliação: valor numérico aplicado aos dados ecotoxicológicos obtidos em um ensaio reduzindo a incerteza do valor a ser estabelecido para proteger a vida aquática (Fator de Incerteza).

Nível trófico: posição de um organismo na cadeia alimentar.

Padrões de qualidade: são constituídos por um conjunto de parâmetros e respectivos limites, contra os quais valores obtidos em uma amostra são confrontados. Para cada uso da água atribui-se um critério específico. Os padrões são estabelecidos com base em critérios científicos que avaliam o risco das comunidades aquáticas sofrerem dano causado pela exposição a concentrações conhecidas de um determinado agente.

Relação Quantitativa Estrutura-Atividade (RQEA): equações de regressão que relacionam a estrutura química com a atividade biológica (ecológica, toxicológica ou farmacológica) de uma série de compostos de maneira quantitativa e permitem a predição da toxicidade de um composto de estrutura similar.

Toxicidade: Propriedade intrínseca da substância capaz de causar efeitos adversos nos organismos vivos.

1. Introdução

Diante do fato do Brasil não possuir uma metodologia estabelecida para derivar seus critérios de qualidade de água, esta proposta fornece uma primeira sugestão para o desenvolvimento de um protocolo para derivação de critérios de qualidade da água para proteção da vida aquática. Esses critérios são valores numéricos ou narrativos de um determinado parâmetro de qualidade, estabelecido a partir de informações científicas que buscam garantir concentrações seguras para proteger as comunidades biológicas presentes nos ambientes aquáticos (marinhos e de água doce).

Tais critérios não são padrões legais, mas valores orientadores que poderão ser utilizados pelos tomadores de decisão no estabelecimento de padrões e ou regulamentações sobre a qualidade da água para preservação de vida aquática. A princípio eles são aplicáveis a qualquer corpo de água, mas podem ser necessárias adequações em função de características naturais regionais. Podem ser utilizados também como base para o estabelecimento de metas de qualidade da água que deverão ser atingidas para proteger um corpo d'água específico.

O protocolo de derivação é um processo contínuo que deve ser revisado quando novos dados estiverem disponíveis, especialmente para compostos com dados limitados.

É importante ressaltar que a presente metodologia para derivar critérios de proteção ambiental considera os estudos ecotoxicológicos que evidenciam efeitos como a sobrevivência, inibição da emissão de luz, crescimento, desenvolvimento embriolarval, fertilização e reprodução de organismos aquáticos. Portanto, dados de bioacumulação, alterações no sistema endócrino ou genotoxicidade não foram considerados, mas poderão ser incluídos no futuro.

2. Objetivo dos critérios de qualidade da água

Os Critérios de Qualidade da Água (CQA) pretendem proteger as diferentes formas de vida aquática dos ecossistemas de água doce e marinha dos efeitos adversos causados por agentes químicos. Para que seja possível derivar um critério

e necessário um conjunto mínimo de dados. Nesta proposta adotou-se os requisitos exigidos pela União Europeia (LEPPER, 2005).

3. Seleção de dados

A base de dados para cada substância para a qual um critério de qualidade ambiental será derivado deve ser proveniente de trabalhos publicados em periódicos revisados por pares (*peer reviewed*), que empregaram protocolos padronizados. Os dados gerados com espécies locais ou autóctones serão priorizados.

A Tabela 1 descreve alguns ensaios ecotoxicológicos aceitos internacionalmente que devem ser considerados para avaliar agentes químicos novos ou existentes.

Fatores como dureza, conteúdo de carbono orgânico e pH podem afetar a toxicidade dos agentes químicos portanto devem ser considerados na análise dos dados ecotoxicológicos, caso disponíveis. Como a toxicidade de alguns metais depende da dureza da água deve-se ajustar ou normalizar os resultados dos testes para uma dureza específica antes da derivação do (STEPHAN et al., 1985). Diferentes abordagens podem ser utilizadas para esse fim. No caso do cobre o modelo do ligante biótico (MLB) tem sido reportado como um dos melhores métodos para relacionar dureza, pH e carbono orgânico dissolvido com a toxicidade. (USEPA, 2007).

As relações quantitativas estrutura-atividade (RQEA) são ferramentas de grande utilidade para prever a toxicidade aguda de um agente químico quando há poucos ou não há dados disponíveis na literatura (AUER et al., 1990). O método RQEA consiste em equações de regressão que relacionam os efeitos toxicológicos ou “*endpoints*” (por exemplo, CL50, CE50, CI50, CENO) com as propriedades físico-químicas (por exemplo, o coeficiente octanol-água ou K_{ow}) para uma classe de compostos. Além disso, modelos de interpolação (Read Across Models) que fazem uso de dados empíricos para substâncias estruturalmente parecidas podem ser empregados. Esses métodos se baseiam na suposição que os compostos estruturalmente similares comportam-se de também forma similar do ponto de vista toxicológico. Desta forma esses métodos podem ser utilizados para prever a toxicidade de um determinado agente químico.

Tabela 1: Ensaios ecotoxicológicos que devem ser considerados para derivar critérios de qualidade da água para organismos pelágicos e bentônicos de água doce e salina.

Organismo-teste	Efeito “End point”	Exposição	Resultado expresso em	Classificação de acordo com o efeito observado (*)
Coluna d'água				
Microcrustáceos	Sobrevivência	24 a 96 horas	CL50	agudo
	Reprodução	7 a 21 dias	CENO	crônico
Microalgas	Inibição de biomassa	96 horas	CI25	crônico
Bactérias	Inibição da emissão de luz	5 a 15 minutos	CE50	agudo
Equinodermos	Fertilização	24 horas	CE50	agudo
	Desenvolvimento embriolarval	24 horas	CENO	crônico
Peixes	Sobrevivência	96 horas	CL50	agudo
	Crescimento	21 dias	CI25	crônico
Sedimento				
Anfípodos	Sobrevivência	4 a 7 dias	CL50	agudo
	Sobrevivência Crescimento	10 ou mais dias	CL50 CE50	crônico
Larvas de insetos	Sobrevivência Crescimento	10 a 14 dias	CL50	crônico
Poliquetos	Sobrevivência Crescimento	20 a 28 dias	CL50 EC50	crônico

(*) A definição dos termos crônico e agudo deveria ser futuramente discutida uma vez que não é claramente referida no documento Europeu (EBC, 2003).

4. Base para a escolha da metodologia

A abordagem que utiliza Fatores de Avaliação (FA) foi escolhida por ser um método factível e aceito internacionalmente. Adicionalmente, a magnitude desses fatores pode ser facilmente reduzida, se novos dados toxicológicos sejam publicados na literatura. Os FA são particularmente úteis considerando que muitas vezes apenas um limitado número de dados ou somente dados de testes de curta duração estão disponíveis na literatura (OECD, 1992; ECB 2003). O objetivo da aplicação de tais fatores é prever uma concentração abaixo da qual seja improvável que um efeito inaceitável aconteça. A magnitude do Fator de Avaliação (FA) aplicado na derivação de um critério varia de acordo com a disponibilidade e qualidade dos dados disponíveis. Quanto menor o número de dados, menor é a confiança para se estabelecer um critério, portanto maior é o fator aplicado. À medida que mais dados de toxicidade para organismos de diferentes níveis tróficos, grupos taxonômicos e hábitos de vida representando várias estratégias de alimentação estejam disponíveis a confiança aumenta e menores valores de FA serão aplicados.

Se o conjunto mínimo de dados exigidos estiver disponível, após uma pesquisa bibliográfica, o critério será derivado dividindo-se o menor valor disponível por um fator de avaliação previamente definido na metodologia (Figura 1).

No caso de não haver dados suficientes para a derivação de critérios para organismos pelágicos, os dados faltantes podem ser previstos por modelos de RQEA apropriados. Se os valores obtidos por meio de ensaios ecotoxicológicos forem mais baixos do que o valor previsto, um critério pode ser derivado usando-se a metodologia descrita na seção 5, por existirem evidências suficientes de que os dados ecotoxicológicos disponíveis estão dentro dos valores obtidos para as espécies mais sensíveis. Se os valores obtidos nos ensaios ecotoxicológicos forem mais altos do que o valor previsto, o critério derivado é considerado como um Critério Preliminar de Qualidade da Água (CPQA). Se não existirem dados disponíveis a respeito da toxicidade de determinada substância, estes valores podem ser previstos através do modelo RQEA para peixes, invertebrados e algas. O valor mais baixo previsto dividido por um fator de avaliação de 1000 para água doce ou um fator de avaliação de 10.000 para espécies marinhas também é considerado um valor preliminar (CPQA).

No entanto, é necessário enfatizar que a previsão RQEA está bastante desenvolvida para compostos orgânicos, mas não para outros elementos tóxicos como metais, e, portanto, dados de toxicidade em metais não podem ser previstos, por enquanto, utilizando estes modelos.

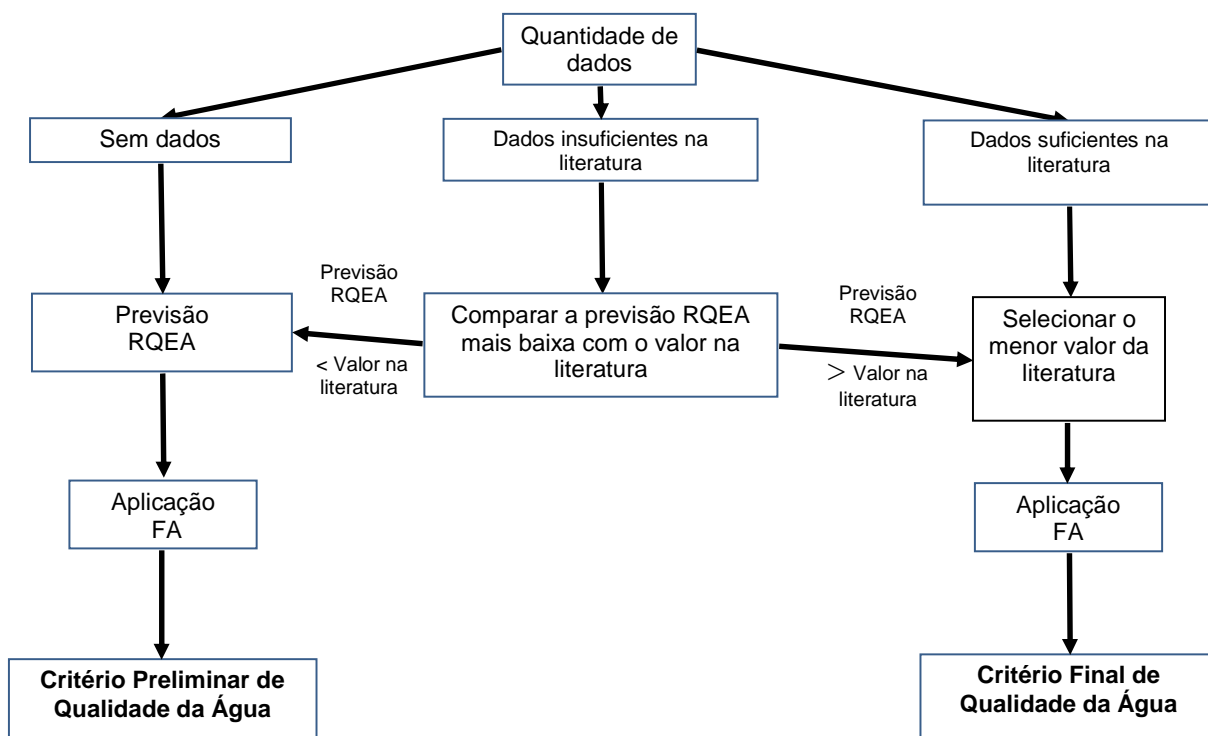


Figura 1: Fluxograma proposto para derivar critérios de qualidade da água para proteção da vida aquática.

5. Derivação de critérios de qualidade da água para proteção da vida aquática

Uma vez que, ambientes de água doce e marinho apresentam diferentes propriedades físico-químicas, os critérios para esses ambientes são derivados separadamente, tal como para organismos pelágicos e bentônicos já que a biodisponibilidade de contaminantes em sedimentos e na água é diferente.

5.1. Protocolo para derivação de CQA para a proteção da comunidade pelágica

5.1.1 Protocolo para derivação de CQA para a proteção da comunidade pelágica de água doce

Um critério para água doce poderá ser derivado de acordo com a quantidade de dados de toxicidade existentes aplicando-se fatores avaliação específicos (Tabela 2).

Tabela 2: Conjunto de dados necessários e seus respectivos fatores de avaliação utilizados para derivar critérios de qualidade para água doce

Conjunto de dados	Fator de avaliação (FA)
Três CENO pelo menos para três espécies (peixes, invertebrados, algas) representando três níveis tróficos	10 ^(a)
Duas CENO para espécies de diferentes níveis tróficos (peixes e/ou invertebrados e/ou algas)	50 ^(b)
Uma CENO (peixes ou invertebrados)	100 ^(c)
Pelo menos uma C(E)L50 de cada um dos três níveis tróficos do conjunto de dados (peixes, invertebrados, algas)	1000 ^(d)

Notas:

(a) Um FA 10 será normalmente aplicado apenas quando CENO estiverem disponíveis para pelo menos 3 espécies de 3 níveis tróficos. Um fator 10 não pode ser diminuído com base em estudos laboratoriais. Pode algumas vezes ser possível determinar com alta probabilidade que as espécies mais sensíveis tenham sido examinadas, isto é, que uma CENO de um grupo taxonômico diferente não seria mais baixa do que os dados já disponíveis (particularmente importante se a substância não tem potencial de bioacumulação). Nessas circunstâncias, um fator 10 aplicado à menor CENO de apenas duas espécies também seria apropriado. Se não for possível fazer este julgamento, então deve ser aplicado um FA 50.

(b) Um FA 50 se aplica à menor de 2 CENO de diferentes níveis tróficos quando tais CENO tenham sido gerados considerando o nível que apresentou a menor C(E)L50. Um FA 50 também se aplica ao menor valor das 3 CENO considerando diferentes níveis tróficos quando tais CENO não tenham sido geradas a partir do nível que apresenta a C(E)L50 mais baixa. Entretanto, isso não se aplica a casos nos quais a C(E) L50 da espécie mais sensível apresentou um valor mais baixo do que o

menor valor CENO. Nesses casos, a concentração sem efeito prevista (CSEP) pode ser derivada utilizando-se um fator de avaliação de 100 à C(E)L50 de menor valor .

(c) Um FA 100 se aplica a uma única CENO (peixe ou *Daphnia*) se esta CENO foi gerada para o nível trófico que mostrou a menor C(E)L50. Se a CENO disponível for de uma espécie que não apresenta a menor CL(E)50, ela não pode ser considerada adequada para proteger outras espécies mais sensíveis. Portanto, os efeitos avaliados são baseados em dados gerados em ensaios agudos com um FA de 1000. Entretanto, a CSEP resultante baseada em dados de ensaios agudos não pode ser mais alta que a CSEP baseada na CENO disponível.

FA 100 se aplica também às 2 CENO mais baixas considerando diferentes níveis tróficos quando tais CENO não tenham sido geradas por aquelas espécies que apresentaram as C(E)L50 mais baixas. Entretanto, isto não deve ser aplicado nos casos em que a espécie mais sensível apresentou um valor C(E)L50 mais baixo do que o menor valor da CENO. Nesses casos a CSEP deve ser derivada utilizando-se um fator de avaliação de 100 à menor C(E)L50.

(d) O fator de avaliação 1000 é um fator conservador e protetor. Para uma determinada substância pode haver evidência de que o fator 1000 é muito alto ou muito baixo. Nessas circunstâncias pode ser necessário variar este fator, levando a um maior ou menor fator de avaliação dependendo da evidência disponível. Entretanto, uma variação de um fator de 1000 não deve ser considerada normal e deve ser totalmente justificada por uma evidência. Com exceção das substâncias com lançamentos intermitentes, sob nenhuma circunstância um fator menor que 100 deve ser utilizado na derivação de uma CSEP a partir de dados de toxicidade obtidos de ensaios agudos.

Se houver apenas previsões RQEA para três níveis tróficos (peixes, invertebrados, algas) o menor valor é dividido por um fator de avaliação de 1000. O valor obtido é considerado preliminar, ou seja, uma CPQA.

Dados de estudos de campo podem ser considerados na definição de critérios locais de qualidade da água ou no estabelecimento de objetivos de qualidade da água.

5.1.2 Protocolo para a derivação de critérios de qualidade da água para organismos pelágicos que vivem em águas salinas ou salobras

Um critério para águas salinas ou salobras será derivado se os requisitos apresentados na Tabela 3 forem cumpridos.

Tabela 3: Fatores de avaliação para derivar critérios de qualidade para águas salinas ou salobras

Conjunto de dados	Fator de avaliação (FA)
CENO mais baixa de três espécies de água doce ou salgada (normalmente algas e/ou crustáceos e/ou peixes) representando três níveis tróficos mais 2 CENO de grupos taxonômicos marinhos adicionais (por exemplo, equinodermos, moluscos)	10
Duas CENO de espécies de água doce ou salgada representando dois níveis tróficos (algas e/ou crustáceos e/ou peixes) mais uma CENO de um grupo taxonômico marinho adicional (por exemplo, equinodermose moluscos)	50
CENO mais baixa de três espécies de água doce ou salgada (normalmente algas e/ou crustáceos e/ou peixes) representando três níveis tróficos	100 ^(a)
Duas CENO de espécies de água doce ou salgada representando dois níveis tróficos (algas e/ou crustáceos e/ou peixes)	500 ^(b)
Uma CENO (obtidas de ensaios que avaliam a reprodução de crustáceos de água doce ou salgada ou crescimento de peixes)	1000 ^(c)
C(E)L50 de espécies de água doce ou salgada de três grupos taxonômicos (algas, crustáceos e peixes) de três níveis tróficos, mais 2 grupos taxonômicos marinhos adicionais (por exemplo, equinodermos e moluscos)	1000
C(E)L50 mais baixa de espécies de água doce ou salgada de três grupos taxonômicos (algas, crustáceos e peixes) de três níveis tróficos	10000 ^(d)

Notas:

Geral: Evidências para a variação do fator de avaliação devem, em geral, incluir uma consideração de disponibilidade de dados de uma seleção mais ampla de espécies considerando estratégias adicionais de alimentação/ formas de vida/ grupos taxonômicos diferentes daquelas descritas para as espécies algas, crustáceos e peixes (como equinodermos ou moluscos). Este é especialmente o caso no qual há dados disponíveis para representantes de grupos taxonômicos adicionais de espécies marinhas.

(a) Um fator de avaliação de 100 será aplicado quando CENO estiverem disponíveis referentes a três espécies de água doce ou salina (algas, crustáceos e peixes) de três níveis tróficos. O fator de avaliação pode ser reduzido a um mínimo de 10 nas seguintes situações:

- quando ensaios agudos para grupos taxonômicos adicionais representando espécies marinhas (por exemplo equinodermos ou moluscos) tenham sido realizados e indicarem que este não é o grupo mais sensível, e quando tiver sido determinado com alta probabilidade que CENO geradas para estas espécies não seriam mais baixas do que aquelas já obtidas.

- quando ensaios agudos para grupos taxonômicos adicionais (por exemplo equinodermos ou moluscos) indicarem que um deles é o grupo mais sensível e uma CENO tiver sido gerada para essa espécie. Isso só será aplicável quando tiver sido determinado com alta probabilidade que CENO adicionais geradas para outros grupos taxonômicos não serão mais baixas que as CENO já disponíveis. Um fator de 10 não pode ser diminuído com base apenas em estudos laboratoriais.

(b) Um fator de avaliação de 500 se aplica à menor de duas CENO considerando dois níveis tróficos (algas e/ou crustáceos e/ou peixes de água doce ou salina) quando tais CENO tenham sido geradas considerando esses níveis tróficos que apresentam a menor C(E)L50 com essas espécies. A diminuição deste fator pode ser considerada nas seguintes circunstâncias.

- Às vezes é possível determinar com alta probabilidade que as espécies mais sensíveis considerando peixes, crustáceos e algas foram examinados, o que significa que uma CENO de um terceiro (ou quarto) grupo taxonômico não seria mais baixa do que os dados já disponíveis. Nessas circunstâncias, um fator de avaliação de 100 seria justificável.

Um fator de avaliação reduzido (para 100 se apenas um ensaio agudo, ou para 50 de dois ensaios agudos com espécies marinhas estiverem disponíveis) aplicado à CENO mais baixa de apenas duas espécies será apropriado quando:

- Ensaios agudos para espécies adicionais que representam grupos taxonômicos marinhos (por exemplo, equinodermos e moluscos) forem realizados e indicarem que este não é o grupo mais sensível, e;
- Tenha sido determinado com alta probabilidade que CENO geradas para esses grupos marinhos não seriam mais baixas do que aquelas já obtidas. Isto é particularmente importante se a substância não tem o potencial de bioacumulação.

Um fator de avaliação de 500 também se aplica à menor das três CENO considerando três níveis tróficos, quando tais CENO não foram geradas pelo grupo taxonômico que apresenta a menor C(E)L50. Entretanto, isto não deve ser aplicado caso a espécie bem mais sensível apresente um valor de C(E)L50 mais baixo que o menor valor da CENO. Nesses casos a CSEP pode ser derivada aplicando-se um fator de avaliação de 1000 à menor C(E)L50 em testes agudos.

(c) Um fator de avaliação de 1000 se aplica quando dados de uma seleção mais ampla de espécies estão disponíveis considerando grupos taxonômicos adicionais (tais como equinodermos ou moluscos) diferentes daqueles representados por algas, crustáceos e peixes; se dados estiverem disponíveis para pelo menos dois grupos taxonômicos adicionais representantes de espécies marinhas.

Um fator de avaliação de 1000 se aplica a uma única CENO (crustáceos ou peixes de água doce ou salgada) se esta CENO foi gerada para o grupo taxonômico que apresentou a C(E)L50 mais baixa para ensaios com algas, crustáceos ou peixes. Se a única CENO disponível for de uma espécie que não apresenta a menor C(E)L50, ela não pode ser considerada como protetora de outras espécies mais sensíveis usando-se os fatores de avaliação disponíveis. Assim, a avaliação dos efeitos baseia-se em dados de ensaios agudos com um fator de avaliação de 10.000. Entretanto, normalmente a menor CSEP deve prevalecer.

Um fator de avaliação de 1000 também se aplica à menor de duas CENO considerando dois níveis tróficos (algas e/ou crustáceos e/ou peixes de água doce ou salina) quando tais CENO não tenham sido gerados por aqueles que apresentaram a menor C(E)L50 em testes agudos. Isto não se aplica nos casos que a espécie mais sensível apresenta um valor de C(E)L50 mais baixo que o menor valor da CENO. Nesses casos a CSEP deve ser derivada aplicando-se um fator de avaliação de 1000 à menor C(E)L50 obtidos em ensaios agudos.

(d) O fator 10.000 para dados de toxicidade aguda é um fator conservador e protetor criado para garantir que substâncias com o potencial de causar efeitos adversos sejam identificadas na avaliação dos efeitos. Ele considera que cada uma das incertezas identificadas descritas acima tenha uma contribuição significativa para a incerteza geral.

Para uma dada substância pode haver evidências de que um componente em particular da incerteza é mais importante que qualquer outro. Nessas circunstâncias pode ser necessário alterar este fator.

Esta variação pode levar a um fator de avaliação maior ou menor dependendo da evidência disponível com exceção das substâncias com liberação intermitente, sob nenhuma circunstância um fator menor que 1000 deve ser usado na derivação de uma CSEP_{água} para água salina a partir de dados de toxicidade aguda.

Evidências para variação de fator de avaliação podem incluir uma ou mais das seguintes situações:

- Evidência de compostos estruturalmente similares que podem demonstrar que um fator mais alto ou mais baixo seja apropriado;
- Conhecimento a respeito do modo de ação de algumas substâncias em virtude de sua estrutura (a substância pode ser conhecida por agir de maneira não especificada). Um fator mais baixo deve, portanto, ser considerado. Da mesma forma um modo de ação específico conhecido pode levar a um fator mais alto.
- A disponibilidade de dados de uma variedade de espécies considerando os grupos taxonômicos do conjunto base de espécies de pelo menos três níveis tróficos. Neste caso os fatores de avaliação só podem ser diminuídos se múltiplos pontos de dados estiverem disponíveis para o grupo taxonômico mais sensível (isto é, o grupo que apresenta toxicidade aguda mais de 10 vezes mais baixa que a dos outros grupos).

Há casos em que não haverá um conjunto de dados agudos completo para algas, crustáceos e peixes de água doce, por exemplo, para substâncias produzidas em quantidades inferiores a 1 (uma) tonelada por ano. Nessas situações, o único dado pode ser C(E)L50 para *Daphnia*. Nesses casos excepcionais, a CSEP pode ser calculada com fator de 10.000.

Se houver apenas valores previstos por RQEA para três níveis tróficos (peixes, invertebrados, algas) o menor valor obtido é dividido por um fator de avaliação de 10.000, o qual deve ser considerado um critério preliminar de qualidade (CPQA).

5.2. Protocolo para derivação de critérios de qualidade da água para proteção da comunidade bentônica

Se três ensaios crônicos (CENO), com espécies representativas de sedimento realizados em diferentes condições de vida e alimentação estiverem disponíveis, um critério de qualidade do sedimento (água doce, marinho ou salobra) (CQS) poderá ser calculado como segue:

$$\text{CQS } (\mu\text{g/kg}) = \text{menor valor de CENO ou CE10 } (\mu\text{g/kg})/10$$

Se menos de três ensaios crônicos estiverem disponíveis, um critério preliminar de qualidade do sedimento de água doce será calculado como segue:

$$\text{CQS Preliminar } [\mu\text{g/kg}] = \text{menor valor CENO ou CE10 } [\mu\text{g/kg}]/\text{FA}$$

Os fatores de avaliação propostos para critérios proteção da comunidade bentônica está apresentado na tabela 4.

Tabela 4: Fatores de avaliação para derivar um critério de qualidade para organismos bentônicos (sedimento)

Conjunto de dados	Fator de avaliação
Três ensaios crônicos (CENO ou CE10) com espécies* representando diferentes condições de vida e alimentação	10
Dois ensaios crônicos (CENO ou CE10) com espécies* representando diferentes condições de vida e alimentação	50
Um ensaio crônico (CENO ou CE10)	100

*Critérios para água doce e salina/salobra devem ser derivados separadamente com espécies representativas de cada habitat específico.

Caso exista apenas uma base de dados de efeito agudo para organismos bentônicos, uma CQS preliminar pode ser derivada com base tanto nos dados de

efeitos agudos (aplicando-se um fator de avaliação de 1000 ao nível mais baixo) como no método de compartilhamento de equilíbrio. O valor final deve ser selecionado por um especialista considerando todas as informações disponíveis.

Se dados suficientes estiverem disponíveis, uma distribuição sensível pode ser utilizada para estimar uma concentração de risco CR5 que pretende proteger 95% das espécies. Neste caso a CR5 dividida por um fator 5 pode ser usada como um método alternativo para derivar o critério de qualidade do sedimento.

Devido ao alto nível de incerteza, os critérios de qualidade de sedimento devem ser considerados como indicativos.

6. Necessidades futuras

Futuras discussões serão necessárias para tratar a questão dos compostos emergentes tais como interferentes endócrinos, farmacêuticos e cosméticos.

A bioacumulação de certas substâncias nos organismos também deve ser considerada na derivação de critérios de qualidade de água e sedimento para proteção da vida aquática, já que este fenômeno pode causar efeitos adversos sérios nas comunidades aquáticas.

Para este fim, é muito importante haver um grupo de trabalho permanente que possa manter o protocolo de derivação atualizado com novos dados toxicológicos e que possa revisar periodicamente o processo de derivação para adequá-lo às condições particulares dos ecossistemas aquáticos da América Latina.

Com relação aos sedimentos, uma vez que os Critérios de Qualidade de Sedimento (CQS) tenham sido derivados, os valores necessitam de correção de acordo com as características do sedimento (granulometria, matéria orgânica) do corpo d'água no qual o critério será aplicado. Entretanto, novas discussões serão necessárias para definir a metodologia a ser aplicada às correções.

No Brasil ainda são poucas as espécies padronizadas que podem ser adotadas para avaliar a toxicidade de substâncias químicas em ensaios crônicos. Existe a necessidade de aumentar a capacitação dos laboratórios para executar estes ensaios, bem como para ampliar o número de espécies disponíveis para uso como organismos-teste, especialmente para sedimentos marinhos.

Técnicas de contaminação intencional de sedimentos com substâncias químicas para avaliar a toxicidade para organismos bentônicos precisam ser

validadas no Brasil. Estudos inter-laboratoriais precisam ainda ser estimulados e contar com a participação dos laboratórios para ampliar as discussões e gerar melhorias da capacitação do país. Cursos sobre como executar e interpretar os laudos gerados também podem ser incentivados

7. Novos avanços na avaliação do risco

Devido ao grande número de agentes químicos lançados no Mercado e conseqüentemente no ambiente e a existência de limitações financeiras e de tempo, existe uma necesssidade de se priorizar compostos que serão submetidos a avaliação de risco e ao monitoramento. Como conseqüência um novo método de avaliação de risco foi recentemente publicado por von der Ohe et al., 2011, especialmente para ser aplicado aos contaminantes emergentes. Na versão em inglês deste documento mais informações sobre esse método podem ser obtidas (www.sbmcta.org.br).

Agradecimentos

O grupo agradece a Giovana Valent, Anjaina Albuquerque e Josiane Vendemiatti pelas correções e sugestões.

Referências Consultadas

Auer, C.M., J.V. Nabholz and K.P. Baetcke. Mode of action and the assessment of chemical hazards in the presence of limited data: Use of structure activity relationships (SAR) under TSCA Section 5. *Environ. Health Perspect.* 87:183–187, 1990.

European Chemicals Bureau (ECB) Institute of Health and Consumer Protection. Technical Guidance Document on Risk Assessment . Part II, 2003.

Lepper, P. Manual on the methodological framework to derive environmental quality standards for priority substances in accordance with Article 16 of the Water Framework Directive (2000/60/EC). Schmallenberg (DE): Fraunhofer-Institute Molecular Biology and Applied Ecology, 2005.

OECD. Organization for Economic Cooperation and Development. Report of the OECD workshop on the extrapolation of laboratory aquatic toxicity data to the real environment. OECD Environmental Monographs N°59, 43 pp, 1992.

Stephan, C.E., D.I.M. Mount, D.J. Hansen, J.H. Gentile, G.A. Chapman and A.W. Brungs. Criteria for deriving numerical water quality criteria for the protection of aquatic organisms and their uses. U.S. Environmental Protection Agency, National Technical Information Service-PB85-227049. 1985.

USEPA. US Environmental Protection Agency. Aquatic Life Ambient Freshwater Quality Criteria-Copper 2007 Revision. EPA-822-R-07-001. 2007.

Commission E. Technical Guidance Document (TGD) in support of Commission Directive 93/67/EEC on Risk Assessment for new notified substances, Commission Regulation (EC) No 1488/94 on Risk Assessment for existing substances and Directive 98/8/EC of the 44 European Parliament and the Council concerning the placing of biocidal products on the market. PART II. Joint Research Centre, Ispra, Italy, 2003.

Commission E. Directive 2008/105/EC of the European Parliament and of the Council of 16 December 2008 on environmental quality standards in the field of water policy, amending and subsequently repealing Council Directives 82/176/EEC, 83/513/EEC, 84/156/EEC, 84/491/EEC, 86/280/EEC and amending Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council, 2008, pp. 84 - 97.

Daginnus K, Gottardo S, Paya-Perez A, Whitehouse P, Wilkinson H, Zaldivar JM. A Model-Based Prioritisation Exercise for the European Water Framework Directive. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 2011; 8: 435-455.

Kuhne R, Kleint F, Ebert RU, Schüürmann G. Calculation of compound properties using experimental data from sufficiently similar chemicals. In: Gasteiger J, editor. *Software Development in Chemistry* 10. Springer Berlin, 1996, pp 125-134.

Liess M, von der Ohe PC. Analyzing effects of pesticides on invertebrate communities in streams. *Environmental Toxicology and Chemistry* 2005; 24: 954-965.

Mayer P, Reichenberg F. Can highly hydrophobic organic substances cause aquatic baseline toxicity and can they contribute to mixture toxicity? *Environmental Toxicology and Chemistry* 2006; 25: 2639-2644.

Ragas AM, Huijbregts MA, Henning-de Jong I, Leuven RS. Uncertainty in environmental risk assessment: implications for risk-based management of river basins. *Integr Environ Assess Manag* 2009; 5: 27-37.

Schäfer RB, Caquet T, Siimes K, Mueller R, Lagadic L, Liess M. Effects of pesticides on community structure and ecosystem functions in agricultural streams of three biogeographical regions in Europe. *Science of the Total Environment* 2007; 382: 272-285.

Schuurmann G, Ebert RU, Kuhne R. Quantitative Read-Across for Predicting the Acute Fish Toxicity of Organic Compounds. *Environ Sci Technol* 2011; 45: 4616-4622.

USEPA. ECETOX 4.0 Ecotoxicology Database. accessible <http://cfpub.epa.gov/ecotox>, 2008.

von der Ohe PC, de Deckere E, Prüß A, Munoz I, Wolfram G, Villagrasa M, et al. Towards an Integrated Assessment of the Ecological and Chemical Status of European River Basins. *Integrated Environmental Assessment and Management* 2009; 5: 50-61.

von der Ohe PC, Dulio V, Slobodnik J, De Deckere E, Kühne R, Ebert R-U, et al. A new risk assessment approach for the prioritization of 500 classical and emerging organic microcontaminants as potential river basin specific pollutants under the European Water Framework Directive. *Science of the Total Environment* 2011; 409: 2064-2077.

von der Ohe PC, Kuhne R, Ebert RU, Altenburger R, Liess M, Schuurmann G. Structural alerts - A new classification model to discriminate excess toxicity from narcotic effect levels of organic compounds in the acute daphnid assay. *Chemical Research in Toxicology* 2005; 18: 536-555.

APÊNDICE I

***Derivação de critérios de qualidade de
água para proteção da vida aquática no
Brasil***

Critérios de Qualidade da Água (CQA)

Folha de Dados da Substância

Simazina

No. CAS 122-34-9

1 Identidade da substância

Nome:	Simazina
Número CAS:	122-34-9
Classificação:	Critério de Qualidade de Água

2 Critérios de qualidade propostos

Ecosistema	Critério de Qualidade	Critério de Qualidade (valores arredondados)	Comentário
Água doce - CQA	1,7 µg/L	2 µg/L	ver 3.1
Sedimento de água doce - CQS	-	-	ver 3.2
Água salina - CQA	1,7 µg/L	2 µg/L	ver 3.3
Sedimento marinho - CQS	-	-	ver 3.4

3 Dados e Derivação de CE

3.1 CE para espécies pelágicas de água doce

Nível Trófico	Ensaio	Espécies	Habitat	Resultado expresso em	Exposição [dias]	Valor [µg/L]	Referência
Peixes	agudo	<i>Brachydanio</i>	AD	CL50	4	423.300	[1]
	crônico	<i>Oncorhynchus</i>	AD	CENO	21	700	[2]
		<i>Oncorhynchus mykiss</i>	AD	CENO	28	8400	[2]
Invertebrados	agudo	<i>Daphnia</i>	AD	CE50	-	>	[1]
		<i>Daphnia</i>	AD	CE50	-	457.620	[1]
	crônico	<i>Daphnia</i>	AD	CENO	21	36	[2]
		<i>Daphnia magna</i>	AD	CENO	21	100	[2]
		<i>Scenedesmus subspicatus</i>	AD	CE50	-	42	[1]
Algas	crônico	<i>Anabaena</i>	AD	CENO	5	20	[2]
		<i>Chlorella</i>	AD	CENO	5	17	[2]
		<i>Navicula pelliculosa</i>	AD	CENO	5	33	[2]

(AD): Água Doce

Exemplo de cálculo do CQA:

$$\text{CQA} = \frac{\text{valor crônico menor de 3(três) níveis tróficos}}{10 \text{ FA}} = \frac{17 \mu\text{g/L}}{10} = 1,7 \mu\text{g/L}$$

3.2 CE para espécies bentônicas de água doce

Nível Trófico	Ensaio	Espécie	Habitat	Resultado expresso em	Exposição [dias]	Valor [µg/Kg]	Referência
Peixes	agudo						
	crônico						
Invertebrados	agudo						
	crônico						
Algas	agudo						
	crônico						

(SAD): Sedimento de água doce

Exemplo de cálculo do CQS:

a)
$$\frac{\text{valor crônico menor de 3(três) de diferentes condições de vida e alimentação}}{10 \text{ FA}} = \text{___ } \mu\text{g/Kg}$$

b)
$$\frac{\text{valor crônico menor de 2(dois) de diferentes condições de vida e alimentação}}{50 \text{ FA}} = \text{___ } \mu\text{g/Kg}$$

c)
$$\frac{\text{valor crônico menor de 1(um) de diferentes condições de vida e alimentação}}{100 \text{ FA}} = \text{___ } \mu\text{g/Kg}$$

3.3 CE para espécies pelágicas de água salina

Nível Trófico	Ensaio	Espécies	Habitat	Resultado expresso em	Exposição [dias]	Valor [µg/L]	Referência
Peixes	agudo	<i>Brachydanio rerio</i>	AD	CL50	4	423.300	[1]
	crônico	<i>Oncorhynchus</i>	AD	CENO	21	700	[2]
		<i>Oncorhynchus mykiss</i>	AD	CENO	28	8400	[2]
Invertebrados	agudo	<i>Daphnia magna</i>	AD	CE50	-	>	[1]
		<i>Daphnia similis</i>	AD	CE50	-	457.620	[1]
	crônico	<i>Daphnia magna</i>	AD	CENO	21	36	[2]
		<i>Daphnia magna</i>	AD	CENO	21	100	[2]
		<i>Crassostrea virginica</i>	AS	CENO	7	1000	[2]
Algas	agudo	<i>Scenedesmus</i>	AD	CE50	-	42	[1]
	crônico	<i>Anabaena flos-</i>	AD	CENO	5	20	[2]
		<i>Chlorella</i>	AD	CENO	5	17	[2]
		<i>Navicula</i>	AD	CENO	5	33	[2]
		<i>Skeletonema costatum</i>	AS	CENO	5	250	[2]

(AD): água doce; (AS): água salina

Exemplo de cálculo do CQA:

$$\text{CQA} = \frac{\text{valor crônico menor de 3 (três) níveis tróficos} + 2 \text{ (dois) marinhos}}{10 \text{ FA}} = \frac{17}{10} = 1,7 \mu\text{g/L}$$

3.4 CE para comunidades bentônicas de água salina

Nível Trófico	Ensaio	Espécies	Habitat	Resultado expresso em	Exposição [dias]	Valor [µg/Kg]	Referência
Peixes	agudo						
	crônico						
Invertebrados	agudo						
	crônico						
Algas	agudo						
	crônico						

Exemplo de Cálculo do CQS:

a)

$$\frac{\text{valor crônico menor de 1 (um) SAD + 2 (dois) SAS de diferentes condições de vida e alimentação}}{10 \text{ FA}} = \text{___ } \mu\text{g/Kg}$$

b)

$$\frac{\text{valor crônico menor de 3 (três) de diferentes condições de vida e alimentação}}{50 \text{ FA}} = \text{___ } \mu\text{g/Kg}$$

c)

$$\frac{\text{valor crônico menor de 1 (um) SAD + 1 (um) SAS de diferentes condições de vida e alimentação}}{100 \text{ FA}} = \text{___ } \mu\text{g/Kg}$$

d)

$$\frac{\text{valor crônico menor de 2 (dois) SAD de diferentes condições de vida e alimentação}}{500 \text{ FA}} = \text{___ } \mu\text{g/Kg}$$

e)

$$\frac{\text{valor crônico menor de 1 (um) SAD}}{1000 \text{ FA}} = \text{___ } \mu\text{g/Kg}$$

f)

$$\frac{\text{valor agudo menor de 1 (um) SAD + 1 (um) SAS da qual a espécie marinha é mais sensível}}{1000 \text{ FA}} = \text{___ } \mu\text{g/Kg}$$

g)

$$\frac{\text{valor agudo menor de 1 (um) SAD ou 1 (um) SAS}}{10000 \text{ FA}} = \text{___ } \mu\text{g/Kg}$$

Referências

1. UK Rapporteur Monograph, Council Directive 91/414/EEC: Simazine, Volumes 1-3 (Report and Proposed Decision of the United Kingdom made to the European Commission under Article 7(1) of Regulation 3600/92), Levels 1-4, Annexes A & B; December 1996.
2. Report on Quality Standards for Atrazine and Simazine under the Water Framework Directive. By Mark Crane. Crane Consultants. Study provided by UK Environment Agency.

APÊNDICE II

***Derivação de critérios de qualidade de
água para a proteção da vida aquática
no Brasil***

Critérios de Qualidade da Água (CQA)

Folha de Dados da Substância

Ametrina

No. CAS 834-12-8

1 Identidade da substância

Nome:	Ametrina
Número CAS:	834-12-8
Classificação:	Critério Provisório de Qualidade de Água

2 Critérios de qualidade propostos

Ecossistema	Critério de Qualidade	Valor arredondado	Comentário
Água doce - CQA	0,04 µg/L	0,04 µg/L	ver 3.1
Sedimento de água doce - CQS			ver 3.2
Água salina - CQA			ver 3.3
Sedimento marinho - CQS			ver 3.4

3 Dados e Derivação de CE

3.1 CE para espécies pelágicas de água doce

Nível Trófico	Ensaio	Espécies	Habitat	Resultado expresso em	Exposição [dias]	Valor [µg/L]	Referência
Peixes	agudo	<i>Pimephales</i>	AD	CL50	4	78.940	RQEA
	crônico						
Invertebrados	agudo	<i>Daphnia magna</i>	AD	CL50	2	34.015	[1]
	crônico						
Algas	agudo	<i>Selenastrum</i>	AD		3	4	[1]
	crônico						

(AD): água doce

Exemplo de cálculo do CQA:

$$\text{CQA} = \frac{\text{valor agudo menor de 3(três) níveis tróficos}}{100 \text{ FA}} = \frac{4}{100} = 0,04 \mu\text{g/L}$$

* A ametrina é um herbicida conhecido. Por esta razão presume-se que as algas são o grupo mais sensível e, que um FA de 100 é protetor.

3.2 CE para espécies bentônicas de água doce

Nível Trófico	Ensaio	Espécies	Habitat	Resultado expresso em	Exposição [dias]	Valor [$\mu\text{g}/\text{Kg}$]	Referência
Peixes	agudo						
	crônico						
Invertebrados	agudo						
	crônico						
Algas	agudo						
	crônico						

Exemplo de cálculo do CQS:

a) $\frac{\text{valor crônico menor de 3(três) de diferentes condições de vida e alimentação}}{10 \text{ FA}} = \text{___ } \mu\text{g}/\text{Kg}$

b) $\frac{\text{valor crônico menor de 2(dois) de diferentes condições de vida e alimentação}}{50 \text{ FA}} = \text{___ } \mu\text{g}/\text{Kg}$

c) $\frac{\text{valor crônico menor de 1(um) de diferentes condições de vida e alimentação}}{100 \text{ FA}} = \text{___ } \mu\text{g}/\text{Kg}$

3.3 CE para espécies pelágicas de água salina

Nível Trófico	Ensaio	Espécies	Habitat	Resultado expresso em	Exposição [dias]	Valor [µg/L]	Referência	
Peixes	agudo							
	crônico							
Invertebrados	agudo							
	crônico							
Algas	agudo							
	crônico							

Exemplo de cálculo do CQA:

a) $\frac{\text{valor crônico menor de 3(três) de três níveis tróficos} + 2 \text{ marinhos}}{10 \text{ FA}} = \text{___ } \mu\text{g/L}$

b) $\frac{\text{valor crônico menor de 2(dois) de dois níveis tróficos} + 1 \text{ marinho}}{50 \text{ FA}} = \text{___ } \mu\text{g/L}$

c) $\frac{\text{valor crônico menor de 3(três) de três níveis tróficos}}{10 - 100 \text{ FA}} = \text{___ } \mu\text{g/L}$

d) $\frac{\text{valor crônico menor de 2(dois) de dois níveis tróficos}}{500 \text{ FA}} = \text{___ } \mu\text{g/L}$

e) $\frac{\text{valor crônico menor de 1(um) de peixes e invertebrados}}{100 - 1000 \text{ FA}} = \text{___ } \mu\text{g/L}$

f) $\frac{\text{valor agudo menor de 3(três) de três níveis tróficos} + 2 \text{ (dois) marinhos}}{1000 \text{ FA}} = \text{___ } \mu\text{g/L}$

g) $\frac{\text{valor agudo menor de 3 (três) níveis tróficos}}{1000 - 10000 \text{ FA}} = \text{___ } \mu\text{g/L}$

3.4 CE para comunidades bentônicas de água salina

Nível Trófico	Ensaio	Espécies	Habitat	Resultado expresso em	Exposição [dias]	Valor [µg/Kg]	Referência
Peixes	agudo						
	crônico						
Invertebrados	agudo						
	crônico						
Algas	agudo						
	crônico						

Exemplo de cálculo do CQS:

a)

$$\frac{\text{valor crônico menor de 1 (um) SAD} + 2 \text{ (dois) SAS de diferentes condições de vida e alimentação}}{10 \text{ FA}} = \text{___ } \mu\text{g/Kg}$$

b) $\frac{\text{valor crônico menor de 3 (três) de diferentes condições de vida e alimentação}}{50 \text{ FA}} = \text{___ } \mu\text{g/Kg}$

c) $\frac{\text{valor crônico menor de 1 (um) SAD} + 1 \text{ (um) SAS de diferentes condições de vida e alimentação}}{100 \text{ FA}} = \text{___ } \mu\text{g/Kg}$

d) $\frac{\text{valor crônico menor de 2 (dois) SAD de diferentes condições de vida e alimentação}}{500 \text{ FA}} = \text{___ } \mu\text{g/Kg}$

e) $\frac{\text{valor crônico menor de 1 (um) SAD}}{1000 \text{ FA}} = \text{___ } \mu\text{g/Kg}$

f) $\frac{\text{valor agudo menor de 1 (um) SAD} + 1 \text{ (um) SAS da qual a espécie marinha é mais sensível}}{1000 \text{ FA}} = \text{___ } \mu\text{g/Kg}$

g) $\frac{\text{valor agudo menor de 1 (um) SAD ou 1 (um) SAS}}{10000 \text{ FA}} = \text{___ } \mu\text{g/Kg}$

Referências

1. R Kühne, R-U Ebert, PC von der Ohe, G Schüürmann. 2010. Read-Across Model to Predict the Acute Toxicity Towards *Daphnia magna*. In prep.

APÊNDICE III

***Derivação de critérios de qualidade de
água para a proteção da vida aquática
no Brasil***

Critérios de Qualidade da Água (CQA)

Folha de Dados da Substância

XXX

CAS-No. xxx

1 Identidade da substância

Nome:	xxx
Número CAS:	xxx
Classificação:	Critério de Qualidade de Água

2 Critérios de qualidade propostos

Ecosistema	Critério de Qualidade	Critério de Qualidade “valores arredondados”	Comentário
Água doce - CQA			ver 3.1
Sedimento de água doce - CQS			ver 3.2
Água salina - CQA			ver 3.3
Sedimento marinho - CQS			ver 3.4

3 Dados e Derivação de CE

3.1 CE para espécies pelágicas de água doce

Nível Trófico	Ensaio	Espécies	Habitat	Resultado expresso em	Exposição [dias]	Valor [µg/L]	Referência
Peixes	agudo						
	crônico						
Invertebrados	agudo						
	crônico						
Algas	agudo						
	crônico						

Exemplo de cálculo do CQA:

a) $\frac{\text{CR5 da distribuição de sensibilidade das espécies de 3 (três) níveis tróficos}}{5 \text{ FA}} = _ _ \mu\text{g/L}$

b) $\frac{\text{valor crônico menor de 3(três) de três níveis tróficos}}{10 \text{ FA}} = _ _ \mu\text{g/L}$

c) $\frac{\text{valor crônico menor de 2 (dois) de dois níveis tróficos}}{50 - 100 \text{ FA}} = _ _ \mu\text{g/L}$

d) $\frac{\text{valor crônico de 1(um) de peixes e invertebrados}}{100 \text{ FA}} = _ _ \mu\text{g/L}$

e) $\frac{\text{valor agudo menor de 3(três) de três níveis tróficos}}{100 \text{ FA}} = _ _ \mu\text{g/L}$

f) $\frac{\text{menor valor RQEA de 3(três) níveis tróficos}}{1000 \text{ FA}} = _ _ \mu\text{g/L}$

3.2 CE para espécies bentônicas de água doce

Nível Trófico	Ensaio	Espécies	Habitat	Resultado expresso em	Exposição [dias]	Valor [µg/Kg]	Referência
Peixes	agudo						
	crônico						
Invertebrados	agudo						
	crônico						
Algas	agudo						
	crônico						

Exemplo de cálculo do CQS:

a)
$$\frac{\text{valor crônico menor de 3(três) de diferentes condições de vida e alimentação}}{10 \text{ FA}} = \text{___ } \mu\text{g/Kg}$$

b)
$$\frac{\text{valor crônico menor de 2(dois) de diferentes condições de vida e alimentação}}{50 \text{ FA}} = \text{___ } \mu\text{g/Kg}$$

c)
$$\frac{\text{valor crônico menor de 1(um) de diferentes condições de vida e alimentação}}{100 \text{ FA}} = \text{___ } \mu\text{g/Kg}$$

3.3 CE para espécies pelágicas de água salina

Nível Trófico	Ensaio	Espécies	Habitat	Resultado expresso em	Exposição [dias]	Valor [µg/L]	Referência
Peixes	agudo						
	crônico						
Invertebrados	agudo						
	crônico						
Algas	agudo						
	crônico						

Exemplo de cálculo do CQA:

a) $\frac{\text{valor crônico menor de 3(três) de três níveis tróficos} + 2 \text{ marinhos}}{10 \text{ FA}} = \text{___ } \mu\text{g/L}$

b) $\frac{\text{valor crônico menor de 2(dois) de dois níveis tróficos} + 1 \text{ marinho}}{50 \text{ FA}} = \text{___ } \mu\text{g/L}$

c) $\frac{\text{valor crônico menor de 3(três) de três níveis tróficos}}{10 - 100 \text{ FA}} = \text{___ } \mu\text{g/L}$

d) $\frac{\text{valor crônico menor de 2(dois) de dois níveis tróficos}}{500 \text{ FA}} = \text{___ } \mu\text{g/L}$

e) $\frac{\text{valor crônico menor de 1(um) de peixes e invertebrados}}{100 - 1000 \text{ FA}} = \text{___ } \mu\text{g/L}$

f) $\frac{\text{valor agudo menor de 3(três) de três níveis tróficos} + 2 \text{ (dois) marinhos}}{1000 \text{ FA}} = \text{___ } \mu\text{g/L}$

g) $\frac{\text{valor agudo menor de 3 (três) níveis tróficos}}{1000 - 10000 \text{ FA}} = \text{___ } \mu\text{g/L}$

3.4 CE para comunidades bentônicas de água salina

Nível Trófico	Ensaio	Espécies	Habitat	Resultado expresso em	Exposição [dias]	Valor [µg/Kg]	Referência
Peixes	agudo						
	crônico						
Invertebrados	agudo						
	crônico						
Algas	agudo						
	crônico						

Exemplo de cálculo do CQS:

a) $\frac{\text{valor crônico menor de 1 (um) SAD} + 2 \text{ (dois) SAS de diferentes condições de vida e alimentação}}{10 \text{ FA}} = \text{___ } \mu\text{g/Kg}$

b) $\frac{\text{valor crônico menor de 3 (três) de diferentes condições de vida e alimentação}}{50 \text{ FA}} = \text{___ } \mu\text{g/Kg}$

c) $\frac{\text{valor crônico menor de 1 (um) SAD} + 1 \text{ (um) SAS de diferentes condições de vida e alimentação}}{100 \text{ FA}} = \text{___ } \mu\text{g/Kg}$

d) $\frac{\text{valor crônico menor de 2 (dois) SAD de diferentes condições de vida e alimentação}}{500 \text{ FA}} = \text{___ } \mu\text{g/Kg}$

e) $\frac{\text{valor crônico menor de 1 (um) SAD}}{1000 \text{ FA}} = \text{___ } \mu\text{g/Kg}$

f) $\frac{\text{valor agudo menor de 1 (um) SAD} + 1 \text{ (um) SAS da qual a espécie marinha é mais sensível}}{1000 \text{ FA}} = \text{___ } \mu\text{g/Kg}$

g) $\frac{\text{valor agudo menor de 1 (um) SAD ou 1 (um) SAS}}{10000 \text{ FA}} = \text{___ } \mu\text{g/Kg}$

APÊNDICE IV

***Derivação de critérios de qualidade de
água para a proteção da vida aquática
no Brasil***

Critérios de Qualidade da Água (CQA)

Folha de Dados da Substância

Fipronil

CAS-No. 120068-37-3

1. Identidade da substância

Nome:	Fipronil
Número CAS:	120068-37-3
Classificação:	Critério Provisório de Qualidade de Água

2. Critérios de qualidade propostos

Ecosistema	Critério de Qualidade	Critério de Qualidade “valores arredondados”	Comentário
Água doce - CQA			ver 3.1
Sedimento de água doce - CQS	0,002 µg/Kg	0,002 µg/Kg	ver 3.2
Água salina - CQA			ver 3.3
Sedimento marinho - CQS			ver 3.4

3. Dados e Derivação de CE

3.1. CE para espécies pelágicas de água doce

Nível Trófico	Ensaio	Espécies	Habitat	Resultado expresso em	Exposição [dias]	Valor [µg/L]	Referência
Peixes	agudo						
	crônico						
Invertebrados	agudo						
	crônico						
Algas	agudo						
	crônico						

Exemplo de cálculo do CQA:

a) $\frac{\text{CR5 da distribuição de sensibilidade das espécies de 3 (três) níveis tróficos}}{5 \text{ FA}} = _ _ \mu\text{g/L}$

b) $\frac{\text{valor crônico menor de 3(três) de três níveis tróficos}}{10 \text{ FA}} = _ _ _ \mu\text{g/L}$

c) $\frac{\text{valor crônico menor de 2 (dois) de dois níveis tróficos}}{50 - 100 \text{ FA}} = _ _ \mu\text{g/L}$

d) $\frac{\text{valor crônico de 1(um) de peixes e invertebrados}}{100 \text{ FA}} = _ _ \mu\text{g/L}$

e) $\frac{\text{valor agudo menor de 3(três) de três níveis tróficos}}{100 \text{ FA}} = _ _ \mu\text{g/L}$

f) $\frac{\text{menor valor RQEA de 3(três) níveis tróficos}}{1000 \text{ FA}} = _ _ \mu\text{g/L}$

3.2 CE para espécies bentônicas de água doce

Nível Trófico	Ensaio	Espécies	Habitat	Resultado expresso em	Exposição [dias]	Valor [µg/Kg]	Referência
Peixes	agudo						
	crônico						
Invertebrados	agudo						
	crônico	<i>Chironomus riparius</i>	AD	CENO	28	0,2	[1]
Algas	agudo						
	crônico						

AD (água doce)

Exemplo de cálculo do CQS:

$$c) \frac{\text{valor crônico menor de 1 (um) de diferentes condições de vida e alimentação}}{100 \text{ FA}} = \frac{0,2}{100} = 0,002 \mu\text{g/Kg}$$

3.3 CE para espécies pelágicas de água salina

Nível Trófico	Ensaio	Espécies	Habitat	Resultado expresso em	Exposição [dias]	Valor [µg/L]	Referência
Peixes	agudo						
	crônico						
Invertebrados	agudo						
	crônico						
Algas	agudo						
	crônico						

Exemplo de cálculo do CQA:

a) $\frac{\text{valor crônico menor de 3(três) de três níveis tróficos} + 2 \text{ marinhos}}{10 \text{ FA}} = \text{___ } \mu\text{g/L}$

b) $\frac{\text{valor crônico menor de 2(dois) de dois níveis tróficos} + 1 \text{ marinho}}{50 \text{ FA}} = \text{___ } \mu\text{g/L}$

c) $\frac{\text{valor crônico menor de 3(três) de três níveis tróficos}}{10 - 100 \text{ FA}} = \text{___ } \mu\text{g/L}$

d) $\frac{\text{valor crônico menor de 2(dois) de dois níveis tróficos}}{500 \text{ FA}} = \text{___ } \mu\text{g/L}$

e) $\frac{\text{valor crônico menor de 1(um) de peixes e invertebrados}}{100 - 1000 \text{ FA}} = \text{___ } \mu\text{g/L}$

f) $\frac{\text{valor agudo menor de 3(três) de três níveis tróficos} + 2 \text{ (dois) marinhos}}{1000 \text{ FA}} = \text{___ } \mu\text{g/L}$

g) $\frac{\text{valor agudo menor de 3 (três) níveis tróficos}}{1000 - 10000 \text{ FA}} = \text{___ } \mu\text{g/L}$

3.4 CE para comunidades bentônicas de água salina

Nível Trófico	Ensaio	Espécies	Habitat	Resultado expresso em	Exposição [dias]	Valor [µg/Kg]	Referência
Peixes	agudo						
	crônico						
Invertebrados	agudo						
	crônico						
Algas	agudo						
	crônico						

Exemplo de cálculo do CQS:

a)
$$\frac{\text{valor crônico menor de 1 (um) SAD + 2 (dois) SAS de diferentes condições de vida e alimentação}}{10 \text{ FA}} = \text{___ } \mu\text{g/Kg}$$

b)
$$\frac{\text{valor crônico menor de 3 (três) de diferentes condições de vida e alimentação}}{50 \text{ FA}} = \text{___ } \mu\text{g/Kg}$$

c)
$$\frac{\text{valor crônico menor de 1 (um) SAD + 1 (um) SAS de diferentes condições de vida e alimentação}}{100 \text{ FA}} = \text{___ } \mu\text{g/Kg}$$

d)
$$\frac{\text{valor crônico menor de 2 (dois) SAD de diferentes condições de vida e alimentação}}{500 \text{ FA}} = \text{___ } \mu\text{g/Kg}$$

e)
$$\frac{\text{valor crônico menor de 1 (um) SAD}}{1000 \text{ FA}} = \text{___ } \mu\text{g/Kg}$$

f)
$$\frac{\text{valor agudo menor de 1 (um) SAD + 1 (um) SAS da qual a espécie marinha é mais sensível}}{1000 \text{ FA}} = \text{___ } \mu\text{g/Kg}$$

g)
$$\frac{\text{valor agudo menor de 1 (um) SAD ou 1 (um) SAS}}{10000 \text{ FA}} = \text{___ } \mu\text{g/Kg}$$

Referências

1. PPDB (2009). The Pesticide Properties Database (PPDB) developed by the Agriculture & Environment Research Unit (AERU), University of Hertfordshire, funded by UK national sources and the EU-funded FOOTPRINT project (FP6-SSP-022704).