



CLASSIFICAÇÃO DE PERIGO DE SUBSTÂNCIAS E PRODUTOS PARA O AMBIENTE AQUÁTICO: SISTEMA GHS

Marcus E. M. da Matta¹

Fabriciano Pinheiro²

1. INTRODUÇÃO

Quando nos referimos aos perigos de um produto químico, estamos referenciando as “propriedades intrínsecas de uma substância perigosa ou de uma situação física de poder provocar danos à saúde humana e ou ao ambiente” (Portugal, 2007).

O correto gerenciamento de risco de produtos químicos, dentro e fora do ambiente de trabalho, seja no uso industrial, agrícola ou residencial, pressupõe a adoção inicial de sistemas de classificação de perigo que apresentem critérios quanto à severidade do efeito e utilize elementos de comunicação para expressar este perigo (Matta, 2009).

A responsabilidade da indústria para com seus empregados, vizinhos e ambiente, impulsionou a regulamentação da segurança química no mundo, seja devido aos grandes acidentes da história, como Bhopal na Índia, seja devido a evidências epidemiológicas que induzem a necessidade de estabelecimento de doses seguras para exposição ocupacional. Um dos marcos deste processo foi a ratificação da convenção da Organização Internacional do Trabalho (OIT) 170, de 1990, relacionada à gestão segura das substâncias químicas e a recomendação 177 sobre Segurança no Uso de Produtos

¹ Doutorando em Ciências pela Faculdade de Medicina da USP. Especialista em gestão ambiental pela faculdade de Saúde Pública USP. Engenheiro Ambiental pela Faculdade Oswaldo Cruz e Turismólogo UNIBERO. Consultor da Intertox. marcus@interfox.com.br

² Biomédico, IB-UNESP/Botucatu. Mestre em Toxicologia e Análises Toxicológicas, FCF/USP. Professor de Toxicologia e Biossegurança da Faculdade Oswaldo Cruz/São Paulo. Membro da Comissão de Estudos (CE-10:101.05) do Comitê Brasileiro de Química (CB-10/ABNT) e da Comissão de Estudos (CE-16:400.04) do Comitê Brasileiro de Transportes e Tráfego (CB-16/ABNT). Experiência na ministração de palestras e treinamentos relacionados a FISPQ e Fichas de Emergência. Coordenador de Segurança Química e Consultor toxicologista – Intertox.



Químicos no Trabalho. Neste documento ficou estabelecida a necessidade dos Países ou organizações de estabelecerem para as pessoas que utilizam substâncias químicas a aplicação de um sistema de comunicação de Perigos por meio de **Fichas de Informações de Segurança de Produto Químico** (FISPQ) e rótulos (Pinheiro, 2009; Zacarias et al, 2009).

Nos Estados Unidos, foram estabelecidos diferentes critérios de classificação e comunicação de perigo, a depender da finalidade. Para o trabalhador na indústria o sistema adotado é o OSHA-HCS (*Occupational Safety and Health Administration - Hazard Communication Standard*); para agroquímicos, EPA-FIFRA (*Environmental Protection Agency - Federal Insecticide, Fungicide and Rodenticide Act*), para o transporte, DOT-FMCSR (*U.S. Department of Transportation - Federal Motor Carriers Safty Regulations*), entre tantos outros sistemas, como o adotado no Canadá e União Européia. Esses sistemas de classificação divergem entre si, podendo um produto ser considerado inflamável e tóxico no país que é produzido e não ser classificado como perigoso para o qual é exportado (ABIQUIM, 2005).

Essa aparente "torre de Babel" de sistemas de classificação, gerada pela produção individualizada de critérios, se tornou um problema para o comércio internacional, bem como para a segurança das populações, já que a segurança química de produtos com a mesma periculosidade, resta gerenciada por meio de rótulos e informações distintas.

Visando à harmonização desses critérios, a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (UNCED – RIO 92), que teve como resultado a ratificação de uma agenda mundial de objetivos e metas objetivando a sustentabilidade global no século XXI, conhecida como agenda 21, estabeleceu no capítulo 19 "Manejo ecologicamente saudável das substâncias químicas tóxicas, incluída a prevenção do tráfico internacional ilegal dos produtos tóxicos e perigosos" item B - Harmonizar a classificação e rotulagem de produtos químicos.

O Sistema do GHS (*Global Harmonized System*) preconiza a classificação de perigos físico-químicos, ao ambiente aquático e à saúde humana, bem como harmoniza as informações que devem constar nos rótulos e FISPQs por meio de pictogramas e frases de atenção (ONE, 2007a). O Brasil lançou a primeira versão da norma ABNT 14725, em 2001,



aceitando qualquer sistema de classificação de perigos. Desde 2002 vem sendo discutida a implantação do GHS no Brasil e no mundo e recentemente, em agosto de 2009, foi publicada a revisão da norma ABNT 14725 Parte 2, que incorpora o GHS como sistema nacional de classificação de perigo de produtos químicos.

Desta maneira, esse informe tem como objetivo apresentar a classificação de perigo de substâncias e produtos químicos para o ambiente aquático.

2. PERIGO AO AMBIENTE AQUÁTICO

O GHS estabelece critérios de classificação de perigo ao ambiente aquático, diferenciando em efeito agudo e crônico, que são embasados em evidências ecotoxicológicas e propriedades físico-químicas dos produtos químicos.

Devido à diferença de sensibilidade dos organismos aquáticos ao agente químico, a avaliação da ecotoxicidade é embasada em múltiplas linhas de evidência, representadas por testes em organismos representativos de diferentes níveis tróficos, possibilitando uma caracterização completa da periculosidade de uma amostra (Chapman, 2007).

No sistema do GHS, o perigo agudo para o ambiente aquático considera o resultado de testes ecotoxicológicos em três níveis tróficos: algas ou plantas aquáticas (produtores primário), crustáceos (consumidor primário) e peixe (consumidor secundário), respectivamente os *endpoint* preconizados são: CE_{50} 72h ou 96h (OECD Test Guideline 201), CE_{50} 48h (OECD Test Guideline 202) e CE_{50} 96h (OECD Test Guideline 203). Esses resultados expressos em concentração de 50% de efeito (mg/L) são considerados de forma independente, ou seja, apenas a dose mais restritiva, e segura para os três níveis tróficos, será considerada no enquadramento em três categorias que representam a severidade do produto:

- Categoria 1: $CE(r)_{50} \leq 1$
- Categoria 2: $1 < CE(r)_{50} \leq 10$
- Categoria 3: $10 < CE(r)_{50} \leq 100$
- Não classificado: $CE(r)_{50} > 100$.



Para a realização desta classificação, no que concerne a substâncias simples e misturas, é preconizado o uso de dados experimentais obtidos com os mencionados protocolos OECD ou em protocolos semelhantes ABNT. Porém, quando esses dados não estiverem disponíveis, para substâncias simples pode-se utilizar de estudo de Relação Quantitativa Estrutura Atividade (QSAR) (ONU, 2007), a ser conduzido e julgado por especialistas da área (INTERTOX, 2009).

No caso de misturas, quando apenas a ecotoxicidade dos ingredientes forem conhecidas, o GHS permite a extrapolação da classificação pela somatória dos ingredientes de cada categoria de severidade. Diversos estudos indicam que a adição de duas substâncias não significa necessariamente que o efeito medido separadamente será somado ou ponderado, pode ocorrer efeito antagônico (redução), aditivo (soma) ou sinérgico (potencialização) (Zagatto, Bertoletti, 2006).

Para contornar essa questão, a extrapolação da classificação no GHS é conservadora (Quadro 1), sendo muitas vezes mais interessante medir experimentalmente o efeito da mistura, obtendo dados para classificação direta do perigo nos critérios do sistema, corrigindo uma possível adoção de medidas de controle excessiva para gerenciar o perigo do produto químico.

Quadro 1 – Classificação de toxicidade aguda de uma mistura, baseada na soma da concentração dos ingredientes classificados

Soma da concentração dos ingredientes	Classificação da mistura
Aguda 1 x M ^a > 25 %	Aguda 1
(M x 10 x aguda 1) + aguda 2 > 25 %	Aguda 2
(M x 100 x aguda 1) + (10 x aguda 2) + aguda 3 > 25 %	Aguda 3
^a O Fator M é um fator multiplicativo na base 10 .	

Fonte: ABNT NBR 14725-2:2009

Caso um ingrediente da mistura tenha um toxicidade muito elevada, ou seja, a dose de efeito seja muito menor que 0,1 mg/L, mesmo uma pequena concentração do



ingrediente na mistura pode influenciar significativamente na toxicidade, portanto nesses casos o fator M é considerado no cálculo da extrapolação (Quadro 2).

Quadro 2 – Fatores multiplicativos para ingrediente altamente tóxicos (categoria 1) em misturas

Valor de CL ₅₀ ou CE ₅₀ mg/L	Fator multiplicativo (M)
0,1 < c ≤ 1	1
0,01 < c ≤ 0,1	10
0,001 < c ≤ 0,01	100
0,0001 < c ≤ 0,001	1000
0,00001 < c ≤ 0,0001	10000

Fonte: ABNT NBR 14725-2:2009

A classificação de perigo crônico para o ambiente aquático pelo sistema GHS, pode enquadrar uma substância ou mistura em 4 classes de severidade. As classes 1 a 3 contemplam os mesmos testes e faixas de toxicidade aplicadas ao perigo agudo (quadro 1), adicionando neste caso as evidências físico-químicas. A tríade que confere as características de periculosidade crônica a uma substância é: persistência, fator de bioconcentração (BCF) e toxicidade.

O potencial de degradabilidade é uma das principais propriedades intrínsecas de uma substância que pode conferir perigo ao ambiente aquático. A não-degradabilidade de uma substância indica sua persistência no ambiente, podendo assim provocar efeito adversos à biota devido à exposição prolongada, enquanto que as substâncias degradáveis serão removidas no tratamento de esgoto ou naturalmente no próprio ambiente (ONU, 2007b).

O termo degradação está relacionado com a decomposição da matéria orgânica em moléculas menores, portanto essa avaliação não faz sentido para compostos inorgânicos. A degradabilidade de uma substância está vinculada, em parte, com a estrutura da molécula, mas também é influenciada pelas características do ambiente, como o potencial redox, pH, presença de microorganismos decompositores, concentração da substância, ocorrência de outros substratos, temperatura, entre outros.



O principal método para estabelecer a degradabilidade é o teste de biodegradabilidade imediata da OCDE *guideline* 301-D, de 1992. O anexo 9 do GHS apresenta limitações e critérios para estudo deste parâmetro, que em último caso pode ser avaliado por modelo QSAR.

Fator de bioconcentração (BCF) é o termo utilizado para quantificar a tendência de um composto se concentrar em organismos aquáticos e representa a razão entre a concentração do composto no organismo e sua concentração na água em estado de equilíbrio (Burantini, Brandelli, 2006). Esse fator pode ser estimado pela constante de absorção (K1) e pela constante de eliminação (K2). O método utilizado para determinar esse fator é o OCDE 305, de 1996. Geralmente, a capacidade da substância de se bioconcentrar está associada com a lipofilidade da mesma, assim substância com menor solubilidade em água tende a ser bioacumulativa (ONU, 2007b).

No sistema de classificação do GHS as substâncias com $BCF \geq 500$ são consideradas bioacumulativas, na ausência deste dado pode ser utilizado o Log de K_{ow} (coeficiente de partição n-octanol/água), quando o Log de K_{ow} for ≥ 4 , a substância será considerada bioacumulativa (ONU, 2007a).

Quando uma dessas duas propriedades intrínsecas é conferida a substância química, não-degradabilidade e/ou bioconcentração, ela passa em função da toxicidade a ser enquadrada nas categorias de perigo crônico de 1 a 3.

Caso a toxicidade obtida pela concentração de 50% de efeito enquadre a substância como não classificada, e a substância tenha baixa solubilidade em água e seja persistente e bioacumulativa, ela passa a ser classificada na categoria 4, a menos que as evidências de toxicidade mostrem que baixas concentrações da substância não causem efeito adverso aos organismos. Essa evidência toxicológica é avaliada pela realização de teste de toxicidade crônico com peixe ou crustáceo, pela determinação do NOEC (concentração em que não se observa nenhum efeito). Caso o NOEC seja $>$ que 1 mg/L, a substância não será enquadrada em nenhuma categoria de perigo crônico.

A classificação de perigo crônico é realizada para substâncias simples ou para ingredientes da mistura. A classificação é extrapolada para o produto químico adotando a



adição da concentração dos ingredientes enquadrados na mesma categoria (quadro 3), no qual também se aplica o mesmo fator M apresentado para perigo agudo (quadro 2).

Quadro 3 - Classificação de toxicidade crônica de uma mistura, baseada na soma da concentração dos ingredientes classificados

Soma dos ingredientes	Classificação da mistura
Crônica 1 x M ^a > 25 %	Crônica 1
(M x ₁₀ x crônica 1) + crônica 2 > 25 %	Crônica 2
(M x 100 x crônica 1) + (10 x crônica 2) + crônica 3 > 25 %	Crônica 3
Crônica 1 + crônica 2 + crônica 3 + crônica 4 > 25 %	Crônica 4
^a O Fator M é um fator multiplicativo na base 10 (ver 6.3.8).	

Fonte: ABNT 14725-2:2009

Os critérios apresentados neste informe representam o fluxograma mais usual para a classificação de perigo ao ambiente aquático, usando o sistema GHS. No caso de misturas, dependendo da disponibilidade de dados, pode-se aplicar outros princípios como o da ponte e da diluição.

3. CONCLUSÃO

A classificação de perigo ao ambiente aquático abrange o conhecimento da toxicidade aguda e crônica para os organismos da biota e o entendimento do comportamento ambiental da substância. O sistema permite a extrapolação da classificação de substâncias simples para misturas. Os dados sobre a substância podem ser obtidos por experimentação, revisão bibliográfica e, em alguns casos, com QSAR. A classificação de perigos pelo GHS abrange várias áreas do conhecimento e necessita de julgamento de especialista para tomada de decisão.



4. Referências bibliográficas

[ABIQUIM] Associação Brasileira da Indústria Química. Departamento de Assuntos Técnicos. **O que é o GHS? Sistema harmonizado globalmente para a classificação e rotulagem de produtos químicos.** São Paulo: ABIQUIM/DETEC, 2005. 69p.

[ABNT] Associação Brasileira de Normas Técnicas. Produtos químicos – Informações sobre segurança, saúde e meio ambiente. Parte 2: Sistema de classificação de perigo. NBR 14725:2009 Parte 2.

BURANTINI S V; BRANDELLI, A. **Bioacumulação** In ZAGATTO, P. A.; BERTOLETTI, E. Ecotoxicologia Aquática Princípios e Aplicações. São Carlos: Rima Editora, 2006.

Chapman, P. M. Determining when contamination is pollution -- Weight of evidence determinations for sediments and effluents. **Environment International** 33(4): 492-501, 2007.

INTERTOX. **TOXICOLOGIA DE NOVAS SUBSTÂNCIAS QUÍMICAS (Relação Quantitativa Estrutura Atividade).** Serviços – Segurança Química. Disponível em http://www.intertox.com.br/index.php?option=com_content&view=article&id=180&Itemid=141&lang=br acessado em outubro de 2009.

MATTA, Marcus E M. Índices de periculosidade: orientação para identificação de perigo de substâncias químicas. **RevInter – Revista Intertox de Toxicologia, Risco Ambiental e Sociedade**, v.2, n.1, p. 63-69, 2009.

[MTE] Ministério do Trabalho e Emprego. Convenções. Convenção 170 Produtos químicos. Disponível em http://www.mte.gov.br/legislacao/convencoes/cv_170.asp, acessado em outubro de 2009.

[ONU] United Nations. Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals (GHS). **Part 4 – Environmental hazards**, Ginebra, 2007a. Disponível em http://www.unece.org/trans/danger/publi/ghs/ghs_rev01/English/04e_part4.pdf Acessado em agosto de 2009.

[ONU] United Nations. Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals (GHS). **Guidance on hazards to the aquatic environment**, Ginebra, 2007b. Disponível em http://www.unece.org/trans/danger/publi/ghs/ghs_rev01/English/13e_annex9.pdf Acessado em agosto de 2009.



PINHEIRO, F. FISPQ e responsabilidade social das empresas. *Revinter – Revta. Intertox de Toxicologia, Risco Ambiental e Sociedade*, v. 2, n. 1, p. 117-120, 2009. Disponível em <http://www.intertox.com.br/documentos/v2n1/rev-v02-n01-08.pdf> acesso em outubro/2009.

[PORTUGAL]. **Decreto-Lei 254/2007 de 12.07**, que estabelece o regime de prevenção de acidentes graves que envolvam substâncias perigosas e de limitação das suas consequências para o homem e o ambiente, transpondo para a ordem jurídica interna a Directiva n.º 2003/105/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 16 de Dezembro, que altera a Directiva n.º 96/82/CE, do Conselho, de 9 de Dezembro, relativa ao controlo dos perigos associados a acidentes graves que envolvam substâncias perigosas (DR 133, 2007, I Série. Disponível em <http://diario.vlex.pt/vid/decreto-lei-maio-33237278> acessado em outubro de 2009.

ZACARIAS, C. H.; SANTOS, P. E. A importância da FISPQ no processo de gerenciamento de risco químico – uma visão crítica e conceitual. **Revinter – Revta. Intertox de Toxicologia, Risco Ambiental e Sociedade**, v.2, n.2, p. 29-42 2009. Disponível em <http://www.intertox.com.br/documentos/v2n2/rev-v02-n02-03.pdf> acesso em outubro/2009.

ZAGATTO, P. A.; BERTOLETTI, E. **Ecotoxicologia Aquática Princípios e Aplicações**. São Carlos: Rima Editora, 2006.