

# **CONAMA 357/2005**

## **REVISÃO DO ARTIGO 34**

### **PADRÕES DE LANÇAMENTO DE EFLUENTES**

#### **CONSIDERAÇÕES SOBRE O PARÂMETRO BORO**

Proposta a ser apresentada no Grupo de Trabalho para atualização dos padrões de lançamento de efluentes constantes das tabelas da Resolução CONAMA 357/2005.

GT constante da Câmara Técnica de Controle e Qualidade Ambiental do CONAMA.

# ÍNDICE

1. Situação atual do parâmetro boro CONAMA 357/2005 _____	03
2. Proposta de Modificação _____	03
<u>Justificativas técnicas</u>	
3. Literatura Técnica sobre boro e seus compostos _____	03
4. Boro no meio ambiente – Toxicidade _____	04
5. Boro no meio ambiente – Persistência e Bioacumulação _____	04
6. Padrões nacionais/internacionais referentes à emissões de boro em efluentes/corpos d'água _____	05
7. Literatura sobre boro em águas superficiais _____	05
8. Literatura sobre boro em águas subterrâneas _____	05
9. Literatura sobre boro em água potável _____	05
10. Literatura sobre boro em ETEs _____	06
11. Literatura sobre limites de boro para Irrigação _____	06
12. Literatura sobre boro em águas salinas _____	06
13. Padrões de boro na Califórnia _____	07
14. Tecnologias para remoção de boro nos efluentes _____	07
15. Conclusão _____	08
16. Bibliografia _____	08

## **1. Situação atual do parâmetro boro CONAMA 357/2005**

Padrão de Qualidade da Água – Artigo 14 e 15: **0,5 mg/L B total**– Águas Doces Classes 1 e 2

Padrão de Qualidade da Água – Artigo 16: **0,75 mg/L B total**– Águas Doces Classe 3

Padrão de Qualidade da Água – Artigo 18: **5,0 mg/L B total**– Águas Salinas Classe 1

Padrão de Qualidade da Água – Artigo 21: **0,5 mg/L B** – Águas Salobras Classe 1

Padrão de Lançamento de Efluentes – Artigo 34 – Tabela X

**5,0 mg/L B total**

## **2. Proposta de Modificação**

Manter o boro nos padrões de qualidade das águas atualmente comparáveis aos de potabilidade e eliminá-lo como padrão de lançamento de efluentes (Tabela X), uma vez que não o mesmo não é tóxico e não apresenta características de persistência e bioacumulação em organismos vivos.

## **JUSTIFICATIVAS TÉCNICAS**

### **3. Literatura Técnica sobre boro e seus compostos**

3.1 O boro é uma substância sólida que ocorre naturalmente na Natureza. Não é encontrado em sua forma elemental mas é usualmente encontrado na forma de sais – boratos de sódio ou cálcio. <sup>(1)</sup>

3.2 A forma natural da presença de boro nas águas é o  $H_3BO_3$  – ácido bórico.

3.3 O boro não é transformado nem degradado no meio ambiente. É encontrado como composto inorgânico em sedimentos e rochas sedimentares. É transportado para o meio ambiente lentamente em baixas concentrações a partir de processos naturais de erosão. Apesar de existirem poucas pesquisas e dados quantitativos sobre as emissões de fontes industriais, estima-se que os processos de erosão naturais emitem mais boro mundialmente que fontes industriais ( Butterwick et al. 1989).

3.4 O mineral mais importante é o Borax cujos compostos de boro extraídos são utilizados na produção de vidros e fibras de vidro, detergentes, vernizes para porcelanas, fertilizantes, agentes extintores de incêndio, acabamento de couros e indústria de cosméticos, materiais fotográficos.

3.5 As principais fontes industriais de geração de boro incluem a produção de vidros, queima de carvão em plantas de geração de energia, fundição de cobre e do uso de fertilizantes e fitossanitários na agricultura. Estima-se que a geração antropogênica seja menor que a resultante de processos naturais de erosão. <sup>(2)</sup>

3.6 A erosão natural de rochas contendo boro é a maior fonte de boro encontrado nas águas (Butterwick et al. 1989). A quantidade de boro emitida varia consideravelmente com as diferenças geográficas de depósitos minerais ricos em boro.

#### **4. Boro no meio ambiente – Toxicidade**

4.1 Emissões de boro para o meio ambiente resultam da produção e uso de boro e compostos correlatos (boratos e ácido bórico). No entanto, nem o boro nem seus compostos correlatos estão inclusos na Seção 313 da Lista de Substâncias Químicas Tóxicas e conseqüentemente não inclusos no Inventário de Substâncias Tóxicas dos Estados Unidos (*TRI – Toxic Release Inventory*).

4.2 Boro não é considerado um poluente prioritário de acordo com a Lista Nacional de Poluentes Tóxicos Prioritários<sup>(3)</sup> recomendados para qualidade das águas da EPA.

4.3 Boro não aparece na Lista Prioritária de Substâncias Perigosas da CERCLA referente à exposição humana e efeitos à saúde de substâncias perigosas por apresentarem toxicidade suspeita ou conhecida.<sup>(4)</sup>

4.4 O Boro é considerado um elemento essencial para o crescimento de plantas mas não há evidências de que ele é requerido por animais. Concentrações naturais de boro não afetam a vida aquática.<sup>(1)</sup>

4.5 Apesar de o Boro ser um elemento essencial para o crescimento de plantas, excedendo o limite de 2,0 mg/L nas águas de irrigação, é prejudicial para certas espécies podendo causar conseqüências adversas em algumas plantas em concentrações da ordem de 1,0 mg/L.

#### **5. Boro no meio ambiente – Persistência e Bioacumulação<sup>(2)</sup>**

5.1 O Boro é removido do solo por plantas e conseqüentemente é um constituinte natural de muitos alimentos, principalmente frutas e vegetais.

5.2 A exposição humana ao Boro se dá através dos alimentos (principalmente vegetais e frutas), água, ar e produtos de consumo. Crianças, em particular, podem se expor aos boratos em contato com produtos usados para o controle de baratas. Uma vez que o boro é removido do solo pelas plantas ele atinge a cadeia alimentar. Apesar de o boro ser encontrado nos organismos dos animais, ele não é acumulado e a ingestão de peixes e carnes não aumentará os níveis de boro no organismo humano.

5.3 Compostos de Boro estão presentes em uma série de produtos de consumo. Borato de sódio e ácido bórico são amplamente utilizados em cosméticos. Mais de 600 cosméticos incluindo maquiagem, produtos para pele e cabelo, cremes de barbear contem estes compostos em concentrações superiores a 5% (Beyer et al. 1983). Estes compostos também são usados em inseticidas em pó para controle de baratas e medicamentos para pele em concentrações superiores a 5% (Beyer et al. 1983) e em alguns produtos para lavanderia (Butterwick et al. 1989; Stokinger 1981; Waggott 1969).

5.4A ingestão de boro nos alimentos (principalmente vegetais e frutas) e na água é a fonte principal de exposição humana a este elemento. Exposições ocupacionais à poeiras de boro podem também ser significativas.

## **6. Padrões nacionais/internacionais referentes à emissões de boro em efluentes/corpos d'água**

6.1 O artigo 18 do Decreto 8468/1976 define em 5,0 mg/L o limite para lançamento de efluentes em coleções de águas.

6.2 A Alemanha não define padrões de lançamentos para o parâmetro boro nos efluentes.

6.3 Não há legislação federal nos Estados Unidos para disposição de boratos incluindo borato de sódio e ácido bórico. <sup>(2)</sup>

6.4 Os Estados Unidos também não definem padrões nacionais de lançamento de boro nos efluentes. Existe controle realizado caso a caso e definido por legislação local ou estadual. No Estado da Califórnia por exemplo, devido às condições do solo, existem limites definidos para concentração de sais de boro nas águas utilizadas para irrigação - 750 µg boro/L para irrigação em plantas sensíveis. <sup>(1)</sup>

## **7. Literatura sobre limites de boro em águas superficiais**

7.1 A concentração média de boro nas águas superficiais dos Estados Unidos é em torno de 0,1 mg boro/L (Butterwick et al. 1989; EPA1986b), no entanto varia significativamente dependendo das formações geológicas do local e fontes antropogênicas de boro (Butterwick et al. 1989).

7.2 Uma pesquisa realizada nas águas superficiais dos Estados Unidos detectaram boro em 98% das 1.577 amostras em concentrações variando de 0,001 a 5,0 mg/L.

7.3 De acordo com Kopp e Kroner, 1967, a concentração máxima de boro encontrada em 1.546 amostras de águas de rios e lagos de várias partes dos Estados Unidos foi de 5,0 mg/L e o valor médio 0,1 mg/L. <sup>(1)</sup>

## **8. Literatura sobre limites de boro em águas subterrâneas**

8.1 A ocorrência média de Boro nas águas subterrâneas varia entre 0,01 a 10 mg/L. <sup>(2)</sup>

## **9. Literatura sobre limites de boro em água potável**

9.1 Águas potáveis raramente apresentam concentrações superiores a 1 mg B/L e são geralmente menores que 0,1 mg/L, concentrações estas consideradas inócuas para o consumo humano. Geralmente pesquisas de potabilidade não reportam concentrações de Boro.

9.2 Padrões de boro em diversas legislações nacionais e internacionais em águas para o consumo humano - potabilidade:

- √ OMS – Organização Mundial da Saúde – 0,5 mg/L
- √ EPA/US – 1,5 mg/L
- √ União Européia – 1 mg/L
- √ A Portaria 518 – Potabilidade de Água não define critérios para boro.

## **10. Literatura sobre concentrações de boro em Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs)**

10.1 Compostos de Boro são lançados em esgotos municipais provenientes de detergentes (perboratos), em efluentes lançados por plantas de geração de energia a partir da queima de carvão, fundições de cobre e outras indústrias que utilizam boro.

10.2 Waggott (1969) realizou uma pesquisa em que as concentrações de boro nos esgotos municipais em uma Estação de Tratamento de Efluentes na Inglaterra variavam de 2,5 a 6,5 mg/L, emitindo entre 130 e 240 Kg de boro por dia.

10.3 Concentrações médias de 1 mg boron/L foram encontradas nos efluentes de esgoto na Califórnia (Butterwick et al. 1989). Não há outros levantamentos quantitativos sobre emissões de boro para as águas nos Estados Unidos.

## **11. Literatura sobre limites de boro para Irrigação**

11.1 Níveis de boro acima dos padrões podem ocorrer em efluentes resultantes de irrigação em áreas que utilizam fertilizantes ou herbicidas que contém boro (Butterwick et al. 1989; Nolte 1988; Waggott 1969).<sup>(2)</sup>

## **12. Literatura sobre limites de boro em águas salinas**

12.1 A concentração nas águas salinas é em torno de 4.5 mg/L. (Butterwick et al. 1989; EPA 1986b).

12.2 Águas salinas contém aproximadamente 5 mg B/L, sendo que o boro é encontrado em associação com outros sais marítimos.

### 13. Padrões de boro na Califórnia

- 13.1 Uma série de estudos foi desencadeada a partir de medições da concentração de boro nas águas em áreas da Califórnia com depósitos ricos em compostos de boro. Nestas regiões, concentrações altas de boro variaram entre 15 mg de boro/L nas encostas dos rios até 360 mg de boro em lagos (Butterwick et al. 1989; Deverel e Millard 1988).
- 13.2 Waggott (1969) determinou que concentrações de boro superiores a 100 mg/L nas águas subterrâneas são comuns na Califórnia.
- 13.3 Concentrações médias de 1 mg boro/L foram encontradas nos efluentes de esgoto na Califórnia (Butterwick et al. 1989).

### 14. Tecnologias para remoção de boro nos efluentes

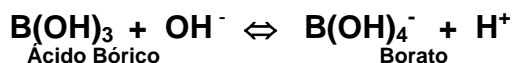
A remoção de Boro de efluentes líquidos tem que ser considerada caso a caso. Muitos métodos têm sido investigados e testados com o intuito de se atingir a máxima remoção possível, mas nenhum destes métodos apresentam resultados satisfatórios para efluentes com teores de boro acima de 700 ppm. Em muitos casos onde são utilizadas resinas, a geração de um efluente secundário com necessidade de tratamento posterior torna-se um problema a mais dentro do sistema de tratamento.

Usualmente duas tecnologias são utilizadas para remoção de boro em efluentes:

1. Via precipitação química em meio alcalino – que consiste na adição de uma base para aumento do pH (precipitação) e polieletrólitos (floculação) para posterior filtração e separação do efluente tratado e resíduo sólido contendo os sais de boro.

Para efluentes com concentrações elevadas de boro, o tratamento alcalino é o método mais recomendado, podendo atingir percentuais de remoção superiores a 90%.

O mecanismo de formação de boratos em soluções aquosas ainda não é completamente conhecido, mas para que a precipitação destes compostos ocorra é necessário que o pH do meio esteja acima de 9, para que o boro se transforme do ânion borato ( $B(OH)_4^-$ ), de acordo com o equilíbrio abaixo:



Os sais de borato formados (boratos de sódio ou cálcio) após precipitação geram grandes quantidades de resíduos sólidos para disposição em Aterros Industriais.

2. Via resinas de troca iônica – utilização de resinas seletivas para retenção de boro. Após saturação uma destinação adequada também é necessária para regenerar a resina saturada. Esta tecnologia aplica-se a efluentes/águas com baixas concentrações de boro.

## **15. Conclusão**

Considerando os dados científicos comprobatórios e com base nos seguintes critérios:

- Toxicidade
- Persistência
- Bioacumulação

Concluimos que o boro não é uma substância tóxica, persistente ou bioacumulativa.

Além disso, levando-se em consideração que:

- não há legislação em outros países que limite a emissão de boro nos efluentes;
- os parâmetros atuais que estabelecem os padrões de qualidade das águas (Artigos 14 a 21 do Decreto 357/2005) comparam-se à padrões internacionais de potabilidade de água;
- os tratamentos existentes para remoção de boro geram grande quantidade de lodo a ser disposto em aterros industriais;

e também considerando

- o objetivo deste Grupo de Trabalho que é o de fomentar estudos para revisão e adequação das tabelas atuais para imposição de limites realmente significativos e que possam causar impactos no meio ambiente e na saúde humana.

Sugerimos remover o parâmetro boro da Tabela X do artigo 34 e mantê-lo somente nos artigos pertinentes à qualidade das águas.

## **16. Bibliografia**

(1) *Gold Book US/EPA – Quality Criteria for water 1986*  
*EPA/440/5-86-001 – Page 60/477 – Boron – July 1976 – PB-263943*

(2) *ATSDR Agency for Toxic Substances and Disease Registry*  
*U. S Department of Health & Human Services*  
*Division of Toxicology – ToxProfile*  
*TOXICOLOGICAL PROFILE FOR BORON AND COMPOUNDS*  
*July 1992*

(3) *Office of Water/Office of Science and Technology 2006 US/EPA*  
*National Recommended Water Quality Criteria for Priority Toxic Pollutants*

(4) *CERCLA*  
*Comprehensive Environmental Response, Compensation, and Liability Act (CERCLA)*  
*section 104 (i)*  
*Amended by the Superfund Amendments and Reauthorization Act (SARA)*  
*2005 CERCLA Priority List of Hazardous Substances*