



Subsídios para o Padrão Químico

Gisela de Aragão Umbuzeiro e
Patrícia Ferreira Silvério
Coordenadoras do Grupo de Trabalho
Químico



AUTORES

Amanda Clemente Naldi - Conselho Regional de Química - IV Região - CRQ-IV

Bernardo Arantes Nascimento Teixeira - Universidade Federal de São Carlos - UFSCAR

José Roberto Coppini Blum - Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo - FSP-USP

Ruben Bresaola Junior - Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo - FEC-UNICAMP

Marcia Ohba - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - CETESB

Cleber Elieser Ribeiro Salvi - Associação Brasileira das Concessionárias Privadas dos Serviços Públicos de Água e Esgoto - ABCON

Cristina Gonçalves - Consultoria Paulista de Estudos Ambientais - CPEA

Daniella Palma de Oliveira - Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Ribeirão Preto - FCFRP-USP

Fabiana Aparecida Silva Lima - Companhia de Saneamento do Estado de São Paulo - Sabesp

Fabio Kummrow - Universidade Federal de Alfenas - UNIFAL-MG

Ivânio Rodrigues Alves - Sociedade de Abastecimento de Água e Saneamento S/A - SANASA

Gabriela Sá Leitão de Mello - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - CETESB

Gilson Spranemberg - Associação Brasileira da Indústria Química - ABIQUIM

Gisela de Aragão Umbuzeiro - Faculdade de Tecnologia - FT/UNICAMP

Humberto Crivelaro - Departamento de Água e Esgoto - DAE Sumaré

José Eduardo Gobbi - Associação Brasileira da Indústria Química - ABIQUIM

Kleber Vasconcelos Amedi - Conselho Regional de

Química - IV Região - CRQ-IV

Luiz Di Bernardo - Hidrosan Engenharia SS Ltda.

Márcia Moribe - Companhia de Saneamento do Estado de São Paulo - Sabesp

Maria Aparecida Faustino Pires - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN

Maria Inês Zanoli Sato - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - CETESB

Marycel Cotrim - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN

Murilo Damato - Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo - FSP-USP

Patrícia Ferreira Silvério - Consultoria Paulista de Estudos Ambientais - CPEA

Paula de Novaes Sarcinelli - Fundação Oswaldo Cruz - FIOCRUZ

Paulo Fernando Fonseca Castagnari - Associação Brasileira da Indústria de Alcalis, Cloro e Derivados - ABICLOR

Pedro Antonio Zagatto - Conselho Regional de Química - IV Região - CRQ-IV

Regina Monteiro - Centro de Energia Nuclear na Agricultura - USP

Roseane Maria Garcia Lopes de Souza - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental - ABES, Seção São Paulo

Rubia Kuno - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - CETESB

Silvia Berlanga de Barros - Faculdade de Ciências Farmacêuticas - USP

Tânia Rita Gritti Ferraretto - Departamento de Água e Esgoto de Jundiaí - DAE - Jundiaí

Maria Tominaga - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - CETESB

André Luis Gois Rodrigues - Companhia de Saneamento do Estado de São Paulo - Sabesp

Khalil Ferna - Associação Brasileira da Indústria Química - ABIQUIM

Critérios de qualidade de água para substâncias químicas

Considerações iniciais

As substâncias químicas para as quais se estabelecem critérios de qualidade de água são aquelas que têm probabilidade de ocorrência no país ou região e são capazes de causar efeitos adversos ou desconforto aos seres vivos. Estas substâncias podem estar presentes na água devido a características geológicas (naturais) ou por fontes de contaminação. A derivação desses critérios depende da informação obtida em ensaios toxicológicos adotada pelo país chamado de Ingresso Diário Tolerável (TDI) ou Dose de Referência (RfD) e do cenário de exposição, como peso corpóreo, consumo de água, porcentagem de ingresso via água. Também é necessário considerar a viabilidade técnica e econômica de se quantificar quimicamente a substância na água bem como de removê-la aos níveis desejados. Os critérios são transformados em padrões legais após análise dos gestores públicos.

A TDI ou RfD, que nada mais é do que a quantidade que pode ingressar no organismo na qual não se espera a ocorrência de efeito adverso, expressa em mg de substância por Kg de peso por dia (mg/Kg/dia). Ela é calculada utilizando a informação existente sobre a toxicidade da substância – expressa normalmente em Nível de efeito adverso não observado (NOAEL). O NOAEL é obtido através de experimentos com animais e dados epidemiológicos, quando disponíveis.

Esse valor é dividido por fatores de incerteza os quais são escolhidos em função da qualidade dos dados disponíveis e variabilidade da resposta inter e intra-espécie, entre outras incertezas. Esses fatores variam usualmente de 10 a 1000, são definidos caso a caso e requerem o julgamento científico de um grupo de especialistas.

Os critérios de qualidade de água são geralmente calculados multiplicando-se então a TDI pelo peso corpóreo considerado e pela fração ou porcentagem da TDI associada ao uso da água, divididos pelo consumo de água diário adotado.

Método de trabalho

Foram formados três subgrupos, que tiveram objetivos específicos e enviaram suas contribuições de forma independente discutindo e pesquisando a literatura pertinente:

1) Toxicológico, sob coordenação da Dra. Rubia Kuno da CETESB, cujo objetivo foi verificar os padrões de qualidade das substâncias propostas de forma crítica e propor um critério a ser adotado pelo Brasil com base no cenário de exposição da OMS.

2) Químico, sob coordenação de Cristina Gonçalves da CPEA, com objetivo de levantar dados sobre métodos analíticos dos compostos considerados prioritários e fornecer propostas para melhoria da qualidade analítica referente ao atendimento da portaria.

3) Empresas fornecedoras de água, sob coordenação de André Gois da SABESP, com objetivo de buscar dados sobre frequência de incidência de substâncias para subsidiar a retirada eventual de substâncias ou diminuição da sua frequência.

Após o envio das informações dos subgrupos este relatório foi elaborado pela coordenadora e sub-coordenadora do grupo, levando em conta todas as sugestões recebidas e literatura de outros

países, incluindo consultas a especialistas estrangeiros, de forma a apresentar um documento técnico completo que auxilie a equipe do Ministério da Saúde na revisão da Portaria 518/2004.

Resultados

Os resultados foram apresentados de acordo com as discussões feitas no grupo. Foram apresentados dados, discussões e justificativas das propostas de inclusão de novos parâmetros e de melhorias.

1) Contaminantes emergentes e/ou não legislados

Existe hoje uma grande preocupação com os fármacos, drogas ilícitas e interferentes endócrinos presentes na água potável. Como ainda não existe, na literatura científica, dados toxicológicos suficientes para derivação de padrões de potabilidade, sugere-se que sejam intensificadas ações no sentido de prevenção da contaminação por esses compostos e campanhas a nível nacional para fomentar o retorno de remédios vencidos e não utilizados. O grupo sugeriu que sejam incluídas análises desses compostos como exigência no Plano de Segurança de Água, especialmente em regiões populosas. Somente com dados sobre os principais fármacos

e interferentes endócrinos prioritários e dados toxicológicos suficientes na literatura será possível incluir valores máximos permitidos na água. Sabendo-se que os níveis desses compostos são elevados quando comparados com o resto do mundo, o grupo entende que seja necessário trabalhar com ações preventivas. O grupo também sugere que outros contaminantes sejam sempre contemplados no

plano de segurança da água, de forma que se houver incidência na bacia de determinados grupos de compostos ainda não contemplados na legislação federal, os planos de bacia, tomadores de água e o órgão ambiental responsável pelo monitoramento devem incluí-los no seu rol de análises. Se necessário, valores máximos podem ser derivados, usando a metodologia a ser indicada pelo MS.

Contribuição recebida do grupo do projeto temático financiado pela FAPESP coordenado pelo prof. Dr. Wilson Jardim e profa. dra. Gisela Umbuzeiro da UNICAMP

Nos mananciais brasileiros, os níveis de inúmeros compostos de interesse recente são, em geral, mais elevados que àqueles determinados em países mais desenvolvidos. Nesses países, efluentes de estações de tratamento de esgoto (ETE) são as principais fontes de aporte, uma vez que a remoção destes compostos em estações de lodo ativado sob condições normais de operação é baixa. No Brasil, pouca atenção é dada ao tratamento de esgotos e grande parte do esgoto bruto retorna aos corpos aquáticos superficiais (IBGE, 2002); muitos deles são utilizados como mananciais para a produção de água potável. Desta maneira, a possibilidade da transferência destes compostos para as estações de tratamento de água (ETA) e, conseqüentemente, para a água destinada ao consumo humano deve ser levada em consideração. A remoção de fármacos, drogas ilícitas e/ou interferentes endócrinos em ETA depende tanto das características intrínsecas de cada composto, quanto dos métodos de tratamento empregados. Westerhoff e colaboradores (2005) demonstraram que métodos convencionais, ou seja, contendo apenas etapas de coagulação, sedimentação e filtração, promovem a remoção de menos de 25% da concentração da maioria dos interferentes endócrinos. A taxa de remoção de fármacos também é baixa, uma vez que os métodos de tratamento em ETA não são adequados para remoção de compostos que apresentam elevada solubilidade em água.

Dentro desta perspectiva, em que o aporte de esgoto bruto em águas superficiais exerce papel essencial na presença de compostos contaminantes na água para consumo humano (Sodré et al., 2010), algumas ações tornam-se necessárias. Ações em curto prazo devem envolver estudos relacionados, o emprego de tecnologias mais efetivas para o abatimento destes compostos nas ETA, uma vez que os níveis destes compostos na água potável já são preocupantes. Em médio prazo, é importante que sejam

realizados trabalhos de mobilização entre diferentes setores da sociedade para a promoção de debates envolvendo o cenário atual dos sistemas de água e esgoto como forma de estabelecer políticas públicas sobre valores máximos permitidos para compostos ainda não legislados. Ações em longo prazo devem envolver, necessariamente, a criação de diretrizes de prevenção e controle da poluição causada pelo lançamento de esgoto bruto em sistemas aquáticos superficiais e, igualmente, a ampliação/modernização dos sistemas de tratamento de água e esgoto.

Finalmente, recomenda-se o monitoramento de algumas substâncias químicas que são, reconhecidamente, traçadoras da atividade antrópica (Ferreira 2005; Siegener and Chen 2002; Seiler et al., 1999) e, igualmente, indicadoras da presença de outras substâncias químicas em água para consumo humano (Glassmayer et al., 2005). Dentro desta perspectiva, algumas substâncias destacam-se, não apenas por sua origem associada à contaminação de mananciais de água por esgotos, mas também pela sua facilidade de determinação analítica. É o caso da cafeína e do bisfenol A. A cafeína é um fármaco não-prescrito que age como estimulante em inúmeras formulações farmacêuticas. É também encontrado no café, em inúmeras bebidas e, igualmente, em manancias de água bruta e na água para consumo humano de inúmeros países (Huerta-Fontela et al., 2008; Rabiet et al., 2006; Stackelberg et al., 2004). O bisfenol A é originalmente utilizado como intermediário na produção de resinas epóxi e policarbonatos, mas devido ao seu uso em inúmeros produtos e bens de consumo, está presente em nosso meio de vida e, conseqüentemente, também é encontrado na água para consumo humano do Brasil (Sodré et al., 2010) e de outros países (Stackelberg et al., 2004; Inoue et al., 2002). Além disso, o bisfenol A também tem sido considerado um importante interferente endócrino (Oehlmann et al., 2008; Oehlmann et al., 2006; Lindholst et al., 2000).

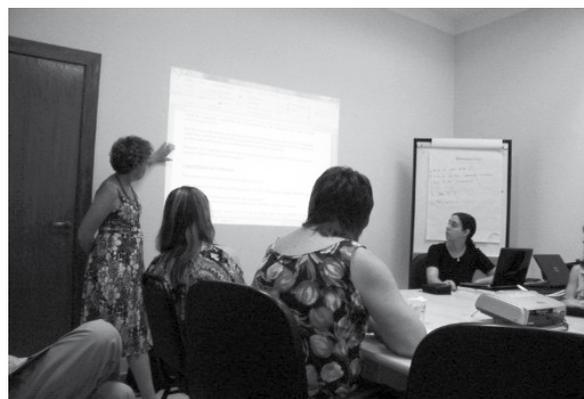
Assim sendo o presente grupo de trabalho, após discussão técnica propõe a inclusão de cafeína e bisfenol A no monitoramento das águas brutas a ser efetuado pelos responsáveis pela operação de sistema de abastecimento para se conhecer o nível de contaminação em níveis de ppt a ppb. Esse monitoramento deverá ser realizado bimestralmente pelo período de dois anos de forma obrigatória em mananciais sob influência de despejos domésticos e ou industriais. Os dados serão remetidos aos órgãos ambientais responsáveis (Saúde e Meio Ambiente) para discussão de ações de prevenção cabíveis para a intensificação das ações de controle e proteção do manancial de abastecimento e de sua bacia contribuinte. Propõe-se o prazo 2 anos a partir da data de publicação da resolução para que os produtores de água promovam as adequações necessárias o monitoramento de cafeína e bisfenol A nas águas brutas.

2) Número CAS e forma de apresentação da portaria

Sugere-se que a portaria inclua o número CAS de todas as substâncias para evitar problemas de interpretação dos usuários (ver tabela no item 7). Sugere-se também agrupar as substâncias por grupos separando os INORGÂNICOS e ORGÂNICOS, e dentro os orgânicos criar subgrupos, por exemplo, de Hidrocarbonetos AROMÁTICOS VOLÁTEIS e POLICÍCLICOS AROMÁTICOS; BENZENOS CLORADOS; METANOS, ETANOS E ETENOS CLORADOS; FENÓIS CLORADOS; FENÓIS NÃO-CLORADOS; PRAGUICIDAS e PCB, por exemplo, para facilitar o usuário da norma.

3) Verificação da potabilidade da água do ponto de vista químico

Hoje é consenso de que para que uma água seja potável ela deve atender na íntegra a portaria vigente. Isso pressupõe a necessidade de analisar a água para verificação da presença de compostos, que muitas vezes não fazem sentido dependendo da bacia que o manancial se encontra. Isso causa desperdício de recursos tanto financeiros como analíticos, que já são escassos no país. O grupo entende



que a portaria deveria ter duas listas de compostos, uma contendo as análises obrigatórias que todos devem fazer sem exceção e outra complementar. A obrigatoriedade de realização dessas análises complementares seria definida regionalmente no plano amostral de cada tratador de água com base nas características e ocupação do solo da bacia. Essa idéia já foi adotada na resolução Conama 396/2008. Isso levaria a uma melhor gestão dos recursos e permitiria mais investimentos em análises específicas dentro do Plano de Segurança da Água.

Nesse contexto o grupo propõe que as tabelas 3 e 5 atuais sejam mantidas como obrigatórias e uma nova tabela seria gerada com as substâncias escolhidas com alguma probabilidade de ocorrência em nossos mananciais. Essa escolha seria feita com base em dados de literatura ou monitoramento. A cada cinco anos, com base nos resultados de monitoramento gerados tanto pelos órgãos ambientais como produtores de água essas tabelas deveriam ser revistas com fins de redução ou incremento de parâmetros.

4) Redução da frequência de análises que fornecem sistematicamente resultados abaixo dos níveis de detecção

Para melhor gestão dos recursos financeiros a serem aplicados em análises, quando substâncias fornecerem sistematicamente resultados abaixo do limite de quantificação, que a frequência das mesmas seja reduzida para que os recursos financeiros possam ser aplicados na análise de outros compostos mais relevantes para a bacia.

Essa questão foi bastante discutida no grupo e não houve um consenso assim sendo serão apresentadas duas propostas, I e II.

Proposta I — PRODUTORES DE ÁGUA

A proposta foi de reduzir a atual frequência de análise dos parâmetros contemplados na Tabela 3 da Portaria para 3 anos, para a empresa prestadora de serviços que tenha histórico de ensaios comprovando a não detecção do parâmetro no respectivo sistema de abastecimento por dois anos consecutivos. Foram enviadas duas tabelas com dados das análises das substâncias constantes da tabela 3 referentes a dois anos de monitoramento (2007 e 2008) obtidas por produtores de água do estado de São Paulo, tanto de águas brutas (Quadro 1) como de água tratada (Quadro 2).

Quadro 1 Resultados das Análises de Mananciais 2007 – 2008

Parâmetros	Número de Mananciais Amostrados	Quantidade de Ensaios Realizados (informar os períodos dos ensaios)	Número de amostras acima do limite de quantificação*	% de amostras acima do limite de quantificação	Valor máximo encontrado (mg/L)
Inorgânicos					
Antimônio	703	1064	27	2,54%	0,00336
Arsênio	703	1144	6	0,52%	0,031
Bário	703	1126	56	13,85%	0,512
Cádmio	703	1153	683	59,24%	0,055
Cianeto	703	879	33	3,75%	0,025
Chumbo	703	1193	530	44,43%	0,27
Cobre	703	1022	167	16,34%	0,71
Cromo	703	1129	111	9,83%	0,0547
Fluoreto	703	202	173	85,64%	60,5
Mercúrio	703	1161	112	9,65%	0,0272
Nitrato (como N)	703	2133	2063	96,72%	8,854
Nitrito (como N)	703	2141	1766	82,48%	0,7105
Selênio	703	1088	5	0,46%	0,006
Orgânicos					
Acilamida	7	20	0	0%	0
Benzeno	295	624	3	0%	0
Enzo[a]pinen	294	581	0	0%	0
Cloreto de Vinila	11	95	0	0%	0
1.1- Dicloroetano	295	619	0	0%	0
1.2- Diclorotetano	295	619	0	0%	0
Diclorometano	295	624	2	0,38%	143
Estireno	295	624	4	0,76%	18
Tetracloroeto de carbono	295	624	0	0%	0
Tetracloroetano	295	624	0	0%	0
Triclorobenzenos	295	624	0	0%	0
Tricloroetano	295	624	0	0%	0
Agrotóxicos					
Alacloro	291	543	0	0%	0
Aldrin e Dieldrin	294	581	1	0,19%	0,006
Atrazina	291	543	0	0%	0
Bentazona	0	0		0%	0
Clordano (isômeros)	294	582	0	0%	0
2,4 D	294	575	0	0%	0
DDT (isômeros)	294	581	0	0%	0
Endossulfan	294	581	0	0%	0
Endrin	294	575	0	0%	0
Gilfosato	7	20	0	0%	0
Heptacloro e Heptacoro Epc	294	581	0	0%	0
Hexaclorobenzeno	294	581	0	0%	0
Lindano	294	581	0	0%	0
Metolacloro	291	543	0	0%	0
Metoxicloro	294	576	0	0%	0
Molinato	0	0		0%	0
Pendimentalina	3	0		0%	0
Pentaclorofenol	294	582	0	0%	0
Permetrina	0	0		0%	0
Propanil	0	0		0%	0
Simázina	291	543	0	0%	0
Trifuralina	294	556	0	0%	0

Quadro 2 Resultados das Análises de Águas Distribuídas 2007 – 2008

Parâmetros	Unidade	Limite Portaria 518	Nº de sistemas de tratamento amostrados	Quantidade de Ensaios Realizados (informar os períodos dos ensaios)	Número de amostras acima do limite de quantificação	% de amostras acima do limite de quantificação	Nº de amostras acima do VMP	% de amostras acima do VMP	Valor máximo encontrado
Inorgânicos									
Antimônio	mg/l	0,005	698	830	7	0,84%	0	0,0%	0,002
Arsênio	mg/l	0,01	698	843	54	6,41%	4	0,5%	0,0168
Bário	mg/l	0,7	698	818	373	45,60%	3	0,4%	0,75
Cádmio	mg/l	0,005	698	1213	767	63,23%	2	0,2%	0,006
Cianeto	mg/l	0,07	698	1034	37	3,58%	0	0,0%	0,02
Chumbo	mg/l	0,01	698	1338	524	39,16%	5	0,4%	0,014
Cobre	mg/l	2	698	818	22	2,69%	0	0,0%	0,14
Cromo	mg/l	0,05	698	1190	301	25,29%	3	0,3%	0,063
Fluoreto	mg/l	1,5	698	28312	28398	100,30%	4	0,0%	2,04
Mercúrio	mg/l	0,001	698	839	71	8,46%	6	0,7%	0,0018
Nitrato (como N)	mg/l	10	698	3072	3111	101,27%	8	0,3%	12,0898
Nitrito (como N)	mg/l	1	698	2849	2501	87,79%	0	0,0%	0,0761
Selênio	mg/l	0,01	698	831	3	0,36%	0	0,0%	0,001
Orgânicos									
Acrilamida	µg/l	0,5	12	30	0	0%	0	0,0%	0
Benzeno	µg/l	5	698	1697	0	0%	0	0,0%	0
Benzo[a]pireno	µg/l	0,7	698	1697	0	0%	0	0,0%	0
Cloreto de Vinila	µg/l	5	698	1697	0	0%	0	0,0%	0
1.1- Dicloroeteno	µg/l	10	698	1697	0	0%	0	0,0%	0
1.2- Diclorotetano	µg/l	30	698	1697	0	0%	0	0,0%	0
Diclorometano	µg/l	20	698	1697	0	0%	0	0,0%	0
Estireno	µg/l	20	698	1697	0	0%	0	0,0%	0
Tetracloro de carbono	µg/l	2	698	1697	0	0%	0	0,0%	0
Tetracloroeteno	µg/l	40	698	1697	2	0,12%	0	0,0%	1,2
Triclorobenzenos	µg/l	20	698	1697	0	0%	0	0,0%	0
Tricloroeteno	µg/l	70	698	1697	1	0,06%	0	0,0%	0,58
Agrotóxicos									
Alacloro	µg/l	20	698	1697	0	0%	0	0,0%	0
Aldrin e Dieldrin	µg/l	0,03	698	1697	2	0,12%	0	0,0%	0,0058
Atrazina	µg/l	2	698	1697	0	0%	0	0,0%	0
Bentazona	µg/l	300	698	1697	0	0%	0	0,0%	0
Clordano (isômeros)	µg/l	0,2	698	1697	0	0%	0	0,0%	0
2,4 D	µg/l	30	698	1697	0	0%	0	0,0%	0
DDT (isômeros)	µg/l	2	698	1697	0	0%	0	0,0%	0
Endossulfan	µg/l	20	698	1697	0	0%	0	0,0%	0
Endrin	µg/l	0,6	698	1697	0	0%	0	0,0%	0
Gilfosato	µg/l	500	698	1697	0	0%	0	0,0%	0
Heptacloro e									
Heptacloro Epóxido	µg/l	0,03	698	1697	2	0,12%	0	0,0%	0,0065
Hexaclorobenzeno	µg/l	1	698	1697	0	0%	0	0,0%	0
Lindano	µg/l	2	698	1697	3	0,18%	0	0,0%	0,032
Metolacloro	µg/l	10	698	1697	0	0%	0	0,0%	0
Metoxicloro	µg/l	20	698	1697	0	0%	0	0,0%	0
Molinato	µg/l	6	698	1697	0	0%	0	0,0%	0
Pendimentalina	µg/l	20	698	1697	0	0%	0	0,0%	0
Pentaclorofenol	µg/l	9	698	1697	0	0%	0	0,0%	0
Permetrina	µg/l	20	698	1697	0	0%	0	0,0%	0
Propanil	µg/l	20	698	1697	0	0%	0	0,0%	0
Simázina	µg/l	2	698	1697	0	0%	0	0,0%	0
Trifuralina	µg/l	20	698	1697	0	0%	0	0,0%	0

Proposta II – Grupo de técnicos da CETESB

O grupo da CETESB defende que a quantidade de dados gerados com base em apenas dois anos de amostragem - 2007 e 2008 (4 amostragens por ponto de coleta) não é suficiente para subsidiar a proposta de redução da frequência de amostragem atualmente preconizada pela Portaria. Os técnicos da CETESB recomendam o levantamento de dados referentes a, pelo menos, 5 anos e com emprego de tratamento estatístico e que seja efetuada uma interpretação criteriosa da série histórica, com a publicação de trabalhos científicos para que uma redução da frequência possa ser proposta. Exemplo: em 2006 foi realizado um estudo estatístico do comportamento de substâncias inorgânicas na rede de monitoramento da qualidade das águas subterrâneas, conduzido pela CETESB (ABAS, 2006). Os dados são apresentados no Quadro 3 (abaixo). Os valores foram estabelecidos a partir da descrição estatística

de resultados de análises químicas das substâncias naturalmente presentes em amostras coletadas nos diferentes aquíferos, em locais com pouca influência antrópica. Utilizando esses dados, a CETESB propôs valores de referência de qualidade (VRQ) para águas subterrâneas, para os sistemas aquíferos do Estado de São Paulo (ABAS, 2006), apresentado no Quadro 4.

A CETESB é, portanto, contra a diminuição da frequência de análise das Tabelas 3 e 5 da Portaria. Considera-se que frequência atualmente praticada já é pequena, visto que a variabilidade do Uso e Ocupação do Solo, no Estado de São Paulo (ao menos) é grande e é difícil prever alteração da qualidade da água distribuída para consumo, em um estado industrializado e de agricultura e pecuária intensiva. Diferentemente da água subterrânea, os mananciais superficiais são suscetíveis a maior influência antrópica e, de curto prazo, ou seja, indicando necessidade de uma frequência maior de análises.

Quadro 3 Resultados do tratamento estatístico da matriz de dados obtidos no monitoramento de águas subterrâneas do Estado de São Paulo (ABAS, 2006)

Substância	Aquífero	Mínimo	Máximo	Média mg/l	Desvio padrão	Mediana	Quartil 75% n.º	Amostras	Amostras <LQ %
Antimônio	Bauru	<0,002	0,002	<0,002	0,0001	<0,002	<0,002	178	99
	Emb. Cristalino	<0,002	<0,002	<0,002	0,0000	<0,002	<0,002	53	100
	Guarani	<0,002	<0,002	<0,002	0,0000	<0,002	<0,002	106	100
	Serra Geral	<0,002	<0,002	<0,002	0,0000	<0,002	<0,002	32	100
	Tubarão	<0,002	<0,002	<0,002	0,0000	<0,002	<0,002	37	100
	TOTAL	<0,002	0,002	<0,002	0,000	<0,002	<0,002	406	100
Arsênio	Bauru	<0,002	0,003	<0,002	0,000	<0,002	<0,002	576	99,7
	Emb. Cristalino	<0,002	0,007	<0,002	0,000	<0,002	<0,002	181	93
	Guarani	<0,002	0,003	<0,002	0,000	<0,002	<0,002	191	98
	Serra Geral	<0,002	<0,002	<0,002	0,000	<0,002	<0,002	104	100
	Taubaté	<0,002	0,005	0,002	0,001	<0,002	0,003	34	85
	Tubarão	<0,002	<0,002	<0,002	0,000	<0,002	<0,002	135	100
	TOTAL	<0,002	0,007	<0,002	0,000	<0,002	<0,002	1221	98
Boro	Bauru	<0,03	0,09	<0,03	0,005	<0,03	<0,03	332	99
	Emb. Cristalino	<0,03	0,14	<0,03	0,021	<0,03	<0,03	119	89
	Guarani	<0,03	<0,03	<0,03	0,000	<0,03	<0,03	214	100
	Sedimentar	<0,03	0,030	<0,03	0,002	<0,03	<0,03	62	98
	Serra Geral	<0,03	0,03	<0,03	0,0019	<0,03	<0,03	62	98
	Tubarão	<0,03	0,15	<0,03	0,03067	<0,03	<0,03	70	83
	TOTAL	<0,03	0,15	<0,03	0,01309	<0,03	<0,03	859	96
Cádmio	Bauru	<0,0001	0,004	<0,0001	0,0002	<0,0001	<0,0001	748	95
	Emb. Cristalino	<0,0001	0,009	0,00025	0,0008	<0,0001	<0,0001	212	92
	Guarani	<0,0001	0,003	<0,0001	0,0002	<0,0001	<0,0001	461	97
	Serra Geral	<0,0001	0,002	<0,0001	0,0002	<0,0001	<0,0001	136	96
	Tubarão	<0,0001	0,001	<0,0001	0,000	<0,0001	<0,0001	170	86
	TOTAL	<0,0001	0,009	0,00012	0,000	<0,0001	<0,0001	1764	94
Chumbo	Bauru	<0,002	0,007	<0,002	0,001	<0,002	<0,002	698	92
	Emb. Cristalino	<0,002	0,007	0,0014	0,0011	<0,002	<0,002	196	96
	Guarani	<0,002	0,007	0,0013	0,0009	<0,002	<0,002	428	91
	Serra Geral	<0,002	0,007	<0,002	0,0012	<0,002	<0,002	129	90
	Tubarão	<0,002	0,007	<0,002	0,0012	<0,002	<0,002	151	89
	TOTAL	<0,002	0,007	<0,002	0,001	<0,002	<0,002	1602	92

Substância	Aquífero	Mínimo	Máximo	Média mg/l	Desvio padrão	Mediana	Quartil 75% n.º	Amostras	Amostras <LQ %
Cobalto	Bauru	<0,01	<0,01	<0,01	0,0000	<0,01	<0,01	71	100
	Emb. Cristalino	<0,01	<0,01	<0,01	0,0000	<0,01	<0,01	104	100
	Guarani	<0,01	<0,01	<0,01	0,0000	<0,01	<0,01	82	100
	Serra Geral	<0,01	<0,01	<0,01	0,0000	<0,01	<0,01	18	100
	Tubarão	<0,01	<0,01	<0,01	0,0000	<0,01	<0,01	43	100
	TOTAL	<0,01	<0,01	<0,01	0,0000	<0,01	<0,01	318	
Cobre	Bauru	<0,02	0,09	<0,02	0,00847	<0,02	<0,02	334	91
	Emb. Cristalino	<0,02	0,32	<0,02	0,02735	<0,02	<0,02	132	96
	Guarani	<0,02	0,25	<0,2	0,0231	<0,02	<0,2	219	94
	Serra Geral	<0,02	0,05	<0,02	0,00658	<0,02	<0,02	64	94
	Tubarão	<0,02	0,09	<0,02	0,01021	<0,02	<0,02	81	90
	TOTAL	<0,02	0,32	<0,02	0,01738	<0,02	<0,02	830	93
Mercúrio	Bauru	<0,0001	0,00070	<0,0001	0,00006	<0,0001	0,00015	517	97
	Emb. Cristalino	<0,0001	0,00030	<0,0001	0,00005	<0,0001	0,00015	176	98
	Guarani	<0,0001	0,00060	<0,0001	0,00006	<0,0001	0,00015	319	98
	Serra Geral	<0,0001	0,00030	<0,0001	0,00006	<0,0001	0,00015	94	96
	Tubarão	<0,0001	0,00015	<0,0001	0,00005	<0,0001	0,00015	115	100
	TOTAL	<0,0001	0,00080	0,0001	0,00006	<0,0001	0,00015	1247	97
Níquel	Bauru	<0,02	<0,02	<0,02	0,00	<0,02	<0,02	155	100
	Emb. Cristalino	<0,02	<0,02	<0,02	0,00	<0,02	<0,02	106	100
	Guarani	<0,02	<0,02	<0,02	0,00	<0,02	<0,02	108	100
	Serra Geral	<0,02	<0,02	<0,02	0,00	<0,02	<0,02	32	100
	Tubarão	<0,02	<0,02	<0,02	0,00	<0,02	<0,02	45	100
	TOTAL	<0,02	<0,02	<0,02	0,00	<0,02	<0,02	460	100
Selênio	Bauru	<0,002	<0,002	<0,002	0,000	<0,002	<0,002	155	100
	Emb. Cristalino	<0,002	<0,002	<0,002	0,000	<0,002	<0,002	106	100
	Guarani	<0,002	<0,002	<0,002	0,000	<0,002	<0,002	113	100
	Serra Geral	<0,002	0,002	<0,002	0,000	<0,002	<0,002	32	97
	Tubarão	<0,002	<0,002	<0,002	0,000	<0,002	<0,002	44	100
	TOTAL	<0,002	0,005	<0,002	0,000	<0,002	<0,002	450	99,8
Cianeto	Bauru	<0,006	<0,006	<0,006	0,000	<0,006	<0,006	65	100
	Emb. Cristalino	<0,006	<0,006	<0,006	0,000	<0,006	<0,006	103	100
	Guarani	<0,006	<0,006	<0,006	0,000	<0,006	<0,006	84	100
	Serra Geral	<0,006	<0,006	<0,006	0,000	<0,006	<0,006	21	100
	Tubarão	<0,006	<0,006	<0,006	0,000	<0,006	<0,006	43	100
	TOTAL	<0,006	<0,006	<0,006	0,000	<0,006	<0,006	316	100
Vanádio	Bauru	<0,02	0,110	0,020	0,021	<0,02	<0,02	155	73
	Emb. Cristalino	<0,02	<0,02	<0,02	0,000	<0,02	<0,02	106	100
	Guarani	<0,02	0,030	0,011	0,003	<0,02	<0,02	108	96
	Serra Geral	<0,02	0,110	<0,02	0,021	<0,02	<0,02	32	78
	Tubarão	<0,02	0,020	<0,02	0,002	<0,02	<0,02	44	95
	TOTAL	<0,02	0,110	<0,02	0,014	<0,02	<0,02	459	88

Quadro 4 Valores de Referência de Qualidade para os Sistemas Aquíferos do Estado de São Paulo (ABAS, 2006)

SUBSTÂNCIA	VALOR DE REFERÊNCIA DE QUALIDADE PARA ÁGUA SUBTERRÂNEA mg/L
Antimônio	<0,002
Arsênio	<0,002
Boro	<0,03
Cádmio	<0,0001
Chumbo	<0,002
Cobalto	<0,01
Cobre	<0,02
Mercúrio	0,00015
Níquel	<0,02
Selênio	<0,002
Cianeto	<0,006
Vanádio	Bauru 0,02 Demais <0,02

5) Interfaces da portaria com outras normas legais

Outras normas legais usam os padrões da portaria, como exemplo podemos citar a Resolução CONAMA 357, de 2005, a CONAMA 396, de 2008 e as normas vigentes que regulamentam a águas minerais e envasadas. Especificamente no caso da resolução de águas subterrâneas, a 396/2008, foram incluídas algumas substâncias que não eram contempladas na Portaria 518 devido às características hidrogeológicas e da existência de contaminantes que tinham alta probabilidade

de ocorrência nesse recurso hídrico. Foram escolhidos padrões de potabilidade, quando existentes, da OMS. O grupo sugere que essas substâncias sejam consideradas quando da revisão da portaria. Caso os padrões adotados não sejam adequados para o MS, e outros valores sejam escolhidos, deve-se proceder a revisão imediata da Resolução CONAMA 396/08. As substâncias em questão e os valores adotados pelo CONAMA referentes ao consumo humano são apresentadas no Quadro 5. O grupo de trabalho sugere que as mesmas sejam incluídas na tabela 3 da Portaria.

Quadro 5 Substâncias e padrões para consumo humano adotados pela Resolução CONAMA 396/2008, que não constam da Portaria 518/2004

SUBSTÂNCIA	PADRÃO µg/L
BERÍLIO	4
BORO	500
MOLIBDÊNIO	70
NÍQUEL	20
PRATA	100
URÂNIO	15
VANÁDIO	50
1,2 – DICLOROBENZENO	1.000
1,4 – DICLOROBENZENO	300
PCB (SOMATÓRIA DE 7) ¹	0,5
ALDICARB + ALD.SULFONA+ALD.SULFÓXIDO	10
CARBOFURAN	7
CLOROTALONIL	30
CLORPIRIFÓS	30
MALATIONA	400 ²

1) PCBs = somatório de PCB 28 (2,4,4'-triclorobifenila - n°CAS 7012-37-5), PCB 52 (2,2',5,5'-tetraclorobifenila - n° CAS 35693-99-3), PCB 101(2,2',4,5,5'-Pentaclorobifenila - n°CAS 37680-73-2), PCB 118 (2,3',4,4',5-pentaclorobifenila - n°CAS 31508-00-6), PCB 138 (2,2',3,4,4',5'-hexaclorobifenila - n° CAS 35056-28-2), PCB 153 (2,2',4,4',5,5'- hexaclorobifenila - n°CAS 3505-12 27-1) e PCB 180 (2,2',3,4,4',5,5'- heptaclorobifenila - n°CAS 35065-29-3).

2) O valor para malationa estabelecido no Conama 396/08 é de 190 µg/L. No entanto, o grupo propõe adoção de 400 µg/L, conforme justificativa apresentada no item 12.

6) Compostos secundários gerados pela desinfecção da água com cloro

Trialometas (THM) e Ácidos Haloacéticos (AHA5)

A Portaria 518, de 2004, atualmente limita apenas a concentração de trialometas – THM (clorofórmio, bromodichlorometano, dibromoclorometano, bromofórmio) (Brasil, 2004). A EPA, além dos THM, regulamenta os AHA5 (ácido monocloraacético, ácido dicloroacético, ácido tricloroacético, ácido bromoacético, ácido dibromoacético) em 60µg/L. O grupo sugere adotar o mesmo valor máximo permitido da USEPA para os AHA5, ou seja, 60µg/L.

É conhecido que tanto os THM como os AHA5 são parâmetros sazonais e a média móvel viabilizaria melhor análise da tendência deste parâmetro, e não somente o resultado de um mês. A USEPA também calcula desta forma. Sugere-se usar média móvel para THM e AHA5 na portaria. O atendimento

a legislação poderia ser feito com base na média móvel dos últimos 12 meses.

Clorito e Clorato

O dióxido de cloro é usado eficientemente em muitas estações de tratamento de água para oxidar ferro e manganês, para desinfecção, visando reduzir a formação de THM, AHA etc. A principal desvantagem do uso do dióxido de cloro como oxidante é a formação do íon clorito, regulamentado pela USEPA (2008) em 0,8mg/L e em 0,2mg/L pela Portaria 518 (Brasil, 2004). A concentração máxima de clorato é fixada em 0,7mg/L (OMS Guidelines for Drinking Water Quality e Padrão de Potabilidade Alemão). Sugere-se como VMP para Clorito, 0,8mg/L e Clorato, 0,7mg/L.

Monocloroamina

O grupo de técnicos da SANASA propôs alte-

ração do valor máximo permitido de monocloroamina de 3,0 para 4,0 mg/L com base em dificuldades técnicas para o atendimento do padrão atual de forma a não conflitar com os valores exigidos para

segurança microbiológica da água.

Esta proposta está sendo avaliada pelo grupo de Toxicologia para verificação se o risco para a saúde associado a essa mudança é aceitável.

Proposta da SANASA na íntegra

A empresa SANASA CAMPINAS S/A, representando a ASSEMAE, vem, através desta, apresentar informações técnicas sobre “Parâmetros de Qualidade de Água para consumo Humano” para serem consideradas por este órgão, a fim de sugerir alterações na Portaria N. 518/GM de 25/03/2004.

A SANASA, assim como outras empresas de abastecimento público, utiliza o processo de cloroamina para realizar a desinfecção da água tratada e a inativação microbiológica durante o sistema de distribuição. Este processo de desinfecção foi adotado pela SANASA há mais de 50 anos, sendo uma das primeiras empresas de saneamento básico e abastecimento público a utilizar este tipo de tratamento para garantir a maior permanência do agente desinfetante na água tratada e a redução da possibilidade de formação de Thialometanos (THM).

No Estado de São Paulo, a Secretária da Saúde, dentre suas atribuições legais, emitiu a Resolução Estadual SS-50 de 26/04/1995, a qual dispõe considerações sobre a utilização do processo de cloroamina para desinfecção da água para consumo humano. Estas considerações concentram-se na necessidade de estabelecer parâmetros mínimos para aplicação deste processo, tendo um teor mínimo de Cloro Residual Total (Cloro Combinado Livre) de 2 mg/L em qualquer ponto da rede de distribuição do sistema de abastecimento de água, desde que o pH da água a ser clorada não seja superior a 9 e que este agente desinfetante tenha um tempo mínimo de contato de 60 minutos. Esta resolução foi de grande importância para o estado, pois a Portaria N. 36/GM de 19/01/1990 estabelecia somente o teor mínimo de Cloro Residual Livre a ser mantido na rede de distribuição quando se aplica o processo de cloração.

No ano de 2000 foi elaborada a Portaria 1469/GM de 29/12/2000 para Controle e Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano, substituindo a Portaria No 36/GM. Nesta portaria fica clara a possibilidade de se utilizar outro agente desinfetante ou outra condição de operação do processo de desinfecção, estabelecendo valores máximos permitidos para desinfetantes e para produtos secundários da desinfecção. Em 25/03/2004 esta portaria foi republicada como Portaria N. 518/GM, estipulando o valor máximo permitido de 3 mg/L para o parâmetro monocloroamina, como agente desinfetante principal do processo de cloroamina.

A SANASA, assim como outras empresas de abastecimento de água do Estado de São Paulo, tem encontrado dificuldade em atender este limite máximo de monocloroamina, na saída de suas estações de tratamento. Estas estações operam com teores próximos de 4,5 mg/L de cloro residual total para garantir o teor mínimo de 2 mg/L em qualquer ponto do sistema de distribuição, conforme a Resolução Estadual SS-50. O sistema de distri-

buição da cidade de Campinas é complexo e de longa extensão, sendo necessário que suas estações de tratamento de água utilizem o processo de cloroamina com um teor mínimo de 4 mg/L na água tratada final antes da distribuição. Desta maneira, tem-se dificuldade em atender o valor máximo de 3 mg/L de monocloroamina estipulado pela Portaria N. 518/GM, gerando resultados de qualidade acima deste padrão de qualidade para água tratada na saída das estações. Porém, este valor máximo permitido é atendido no sistema de distribuição, onde há consumo de cloro residual total no momento da reservação e da distribuição desta água tratada.

Cabe ressaltar que os limites estabelecidos nas nossas legislações, Portaria N.518/GM e Resolução Estadual SS-50, diferem daqueles recomendados pela EPA – Environmental Protection Agency, dos Estados Unidos (2009), para regulamentação nacional no consumo de água. A USEPA recomenda o nível máximo residual do agente desinfetante Cloroamina (como monocloroamina) de 4 mg/L e, também, com um teor mínimo de 0,5 mg/L de Cloro Residual Total no sistema de distribuição, quando se utiliza o processo de cloroamina. Analisando estes limites, a margem da faixa operacional deste processo é maior, tornando mais facilmente de ser atendida pelos serviços de água. Observando a recomendação feita pela USEPA sobre a aplicação do desinfetante cloro livre, verifica-se que o valor máximo é de 4 mg/L e um teor mínimo de 0,2 mg/L de cloro livre residual no sistema de distribuição. Na portaria N. 518/GM, determina um teor máximo de cloro livre de 5 mg/L e também o mesmo teor mínimo de cloro residual livre na rede de distribuição. Comparando-se estes limites entre estas recomendações, na portaria N. 518/GM há uma maior margem de trabalho entre os valores máximos e mínimos para o processo de cloração, facilitando a aplicação do agente desinfetante cloro livre. Tal fato não é observado para o processo de cloroamina diante das nossas legislações vigentes (Portaria N. 518/GM e Resolução Estadual SS-50), pois temos uma margem de trabalho mais restrito e de difícil atendimento pelas empresas de abastecimento público. Na recomendação da USEPA, a margem de trabalho entre os dois processos (cloração e cloroamina) é similar e mais coerente entre os valores máximos e mínimos estipulados.

Considerando estas informações técnicas, solicitamos uma reavaliação dos limites máximos estabelecidos para os parâmetros Monocloroamina e Cloro Livre e, também, a introdução de um novo valor mínimo de Cloro Residual Total na rede de distribuição para o processo de cloroamina. Estas adequações de valores devem considerar os limites recomendados pela USEPA, que foram baseados nos estudos toxicológicos destas espécies químicas citadas.

7) Exigências quanto à qualidade das análises laboratoriais e forma de expressão de resultados

O grupo sugere retirar a exigência da portaria que os ensaios sejam realizados somente Standard Methods, pois já existem outros métodos validados, reconhecidos internacionalmente, padronizados, disponíveis no mercado e inclusive acreditados pelo INMETRO, que propiciam limites de quantificação compatíveis com os VMPs da Portaria.

É comum existir uma confusão no entendimento dos conceitos analíticos Limite de detecção do método (LDM), e limite de quantificação praticável (LQP) e limite de quantificação da amostra (LQA) e, conseqüentemente, na sua aplicabilidade. É fundamental que os laboratórios adotem métodos analíticos cuja medição propicie alto grau de precisão e exatidão dentro faixa exigida pela portaria, ou seja, os resultados devem ser baseados no LQP, ou eventualmente o LQA, caso haja interferências analíticas devido à matriz analisada. Apesar dessa situação não ser tão comum em águas tratadas, isso pode ocorrer.

Para que isso fique claro na portaria sugere-se incluir no CAPÍTULO I – DAS DEFINIÇÕES as seguintes definições:

I – Limite de Detecção do Método (LDM): menor concentração de uma substância que pode ser detectada, mas não necessariamente quantificada, pelo método utilizado;

II – Limite de Quantificação Praticável (LQP): menor concentração de uma substância que pode ser determinada quantitativamente com precisão e exatidão, pelo método utilizado.

III – Limite de Quantificação da Amostra (LQA): LQP ajustado para as características específicas da amostra analisada.

O adequado atendimento à portaria está diretamente relacionado com o método de amostragem, preparação da amostra e análise propriamente dita. Desta forma, é importante se dispor de meios que assegurem a qualidade de todo o processo analítico. A garantia da qualidade deve estar incluída na portaria. Por isso o grupo sugere incluir no CAPÍTULO II – DAS CONDIÇÕES E PADRÕES DE QUALIDADE DAS ÁGUAS os seguintes artigos:

As amostragens e as análises de água deverão ser realizadas somente por laboratórios ou instituições que possuam critérios e procedimentos de qualidade aceitos pelos órgãos responsáveis pelo controle e vigilância da qualidade da água para con-

sumo humano.

Para atendimento desta Portaria, as amostragens e análises deverão adotar os seguintes procedimentos mínimos:

I – as amostras deverão ser coletadas utilizando métodos padronizados;

II – as análises deverão ser realizadas em amostras íntegras, sem filtração ou qualquer outra alteração, a não ser o uso de preservantes que, quando necessários, deverão seguir as normas técnicas vigentes;

III – as análises deverão ser realizadas utilizando-se métodos padronizados, em laboratórios que adotem métodos analíticos que atendam aos limites de quantificação praticáveis, listados na tabela específica para esse fim, constante desta Portaria;

IV – no caso de uma substância estar presente em concentrações abaixo dos limites de quantificação praticável – LQP, aceitar-se-á o resultado como ausente para fins de atendimento desta Portaria;

V – no caso de a substância ser identificada na amostra entre o LDM e o LQP, o fato deverá ser reportado no laudo analítico (relatório de ensaio) com a nota de que a concentração não pode ser determinada com confiabilidade, não se configurando, neste caso, não conformidade em relação ao atendimento dos padrões desta portaria.

Os laudos analíticos (relatórios de ensaio) deverão conter minimamente as seguintes informações:

I – identificação do ponto de amostragem, data e horário de coleta e de entrada da amostra no laboratório, anexando a cadeia de custódia;

II – indicação do método analítico utilizado para cada parâmetro analisado;

III – limites de quantificação da amostra para cada parâmetro analisado;

IV – resultados dos brancos do método;

V – resultados de recuperação de “surrogates” (traçadores) para compostos orgânicos;

VI – ensaios de adição e recuperação dos analitos na matriz (spike).

Parágrafo único. Outros documentos, tais como, cartas controle, cromatogramas, incerteza de



medição e resultados obtidos em ensaios de proficiência, poderão ser solicitados a qualquer tempo pelo órgão competente.

O grupo também sugere que as unidades de concentração sejam expressas em $\mu\text{g/L}$ para os parâmetros pertinentes e que os valores sejam arredondados para 2 números significativos, ou seja, se o valor medido foi $11,34 \mu\text{g/L}$ apresentar $11 \mu\text{g/L}$, se o valor foi $0,334 \mu\text{g/L}$, apresentar $0,33 \mu\text{g/L}$ e assim por diante.

Sugere-se que a avaliação das não conformidades seja feita com base na avaliação conjunta dos dados de monitoramento e não com base em dados isolados, especialmente para os parâmetros organolépticos (Tabela 5 da Portaria 518/2004). De acordo com consulta feita a especialistas da USEPA, os resultados são comparados com as médias anuais e não com o valor individual e a incerteza do método não vem sendo empregada para verificação de atendimento a norma legal.

Sugere-se incluir um anexo na portaria conten-

do os limites de quantificação praticáveis (LQP), tomando-se como base a melhor metodologia analítica aplicada atualmente pelos laboratórios brasileiros bem como a técnica mais adequada e opções existentes. Isso ajudaria muito o usuário e o tratador de água quando da contratação de serviços e aceitação dos laudos analíticos (relatórios de ensaio). Esses limites e técnicas devem ser revisados quando avanços tecnológicos significativos ocorrerem, ou juntamente com a revisão da portaria. A Tabela a seguir utilizou os padrões atualmente listados na portaria e também os sugeridos para inclusão pelo grupo de trabalho. Para elaboração da Tabela 2 foram consultados os seguintes laboratórios: Analytical Technology; Ceimic Análises Ambientais; Corplab Serviços Analíticos Ambientais; Ecolabor; CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Eka Chemicals do Brasil contribuiu com métodos analíticos empregados para determinação de clorito e o Laboratório de Química Ambiental da UNICAMP, para cafeína. É

Quadro 6

PARÂMETRO	CAS	UNIDADE	VMP	Limite de Quantificação Praticável LQP	Técnica Analítica	Comentários
INORGÂNICAS						
Antimônio	7440-36-0	µg/L	5	5	ICP-OES	Outras técnicas empregadas: ICP-MS, GFAA, HG AAS
Arsênio	7440-38-2	µg/L	10	10	ICP-OES	Outras técnicas empregadas: ICP-MS, GFAA, HG AAS
Bário	7440-39-3	µg/L	700	20	ICP-OES	Outras técnicas empregadas: ICP-MS, GFAA
Berílio (**)	7440-41-7	µg/L	4	4	ICP-OES	Outras técnicas empregadas: ICP-MS, GFAA
Boro (**)	7440-42-8	µg/L	500	200	ICP-OES	Outras técnicas empregadas: ICP-MS, GFAA
Cádmio	7440-43-9	µg/L	5	1	GFAA	O parque analítico é liderado massivamente por ICP-OES, o qual não permite alcançar o valor da OMS, de 3ppb. O LQP atingível por ICP-OES é de 5 ppb. Este valor é alcançável por GFAA ou ICP-MS. De todos os laboratórios que participaram do grupo, apenas 1 laboratório comercial trabalha com GFAA, além da CETESB.
Cianeto	57-12-5	µg/L	70	50	UV-VIS	
Chumbo	7439-92-1	µg/L	10	10	ICP-OES	Outras técnicas empregadas: ICP-MS, GFAA
Cobre	7440-50-8	µg/L	2000	50	ICP-OES	Outras técnicas empregadas: ICP-MS, GFAA
Cromo	7440-47-3	µg/L	50	10	ICP-OES	Outras técnicas empregadas: ICP-MS, GFAA
Fluoreto	7782-41-4	mg/L	1,5	0,5	UV-VIS	Outras técnicas empregadas: cromatografia iônica, potenciometria
Mercurio	7439-97-6	µg/L	1	1	CV AAS	Outras técnicas empregadas: fluorescência atômica
Molibdênio(**)	7439-98-7	µg/L	70	10	ICP-OES	Outras técnicas empregadas: ICP-MS, GFAA
Nitrato (como N)(***)	14797-55-8	mg/L	10	0,3	UV-VIS	Outras técnicas empregadas: cromatografia iônica
Nitrito (como N) (***)	14797-65-0	mg/L	1	0,02	UV-VIS	Outras técnicas empregadas: cromatografia iônica
Níquel (**)	7440-02-0	µg/L	20	10	ICP-OES	Outras técnicas empregadas: ICP-MS, GFAA
Prata(**)	7440-22-4	µg/L	100	10	ICP-OES	Outras técnicas empregadas: ICP-MS, GFAA
Selênio	7782-49-2	µg/L	10	10	ICP-OES	Outras técnicas empregadas: ICP-MS, GFAA, HG AAS
Urânio (**)	7440-61-1	µg/L	15	50	ICP-OES	Outras técnicas empregadas: ICP-MS
Vanádio (**)	7440-62-2	µg/L	50	20	ICP-OES	Outras técnicas empregadas: ICP-MS, GFAA
SUBSTÂNCIAS ORGÂNICAS						
Acrilamida	79-06-1	µg/L	0,5	0,15	HPLC	Outras técnicas empregadas: GC ECD – ver nota 3
Benzeno	71-43-2	µg/L	5	2	GC-MS	Ver nota 1
Benzo[a]antraceno(**)	56-55-3	µg/L	0,05	0,15	GC-MS	Ver nota 2
Benzo[a]pireno	50-32-8	µg/L	0,7	0,15	GC-MS	Ver nota 2
Benzo[b]fluoranteno(**)	205-99-2	µg/L	0,5	0,15	GC-MS	Ver nota 2
Benzo[k]fluoranteno(**)	207-08-9	µg/L	0,5	0,15	GC-MS	Ver nota 2
BisfenolA	80-05-7	µg/L	--	0,02	LC-MS-MS	Ver nota 6. Outras técnicas: HPLC (1ppb), GC-MS, GC-NPD (Ver nota 5)
Cafeína	95789-13-2	µg/L	--	0,05	LC-MS-MS	Ver nota 7. Outras técnicas: HPLC (5 ppb), GC-MS, GC-NPD (Ver nota 5)
Cloreto de Vinila	75-01-4	µg/L	5	2	GC-MS	Ver nota 1
Criseno (**)	218-01-9	µg/L	0,05	0,15	GC-MS	Ver nota 2
Dibenzo[a,h]antraceno (**)	53-70-3	µg/L	0,05	0,15	GC-MS	Ver nota 2
1,2 Diclorobenzeno (**)	95-50-1	µg/L	1.000	5	GC-MS	Ver nota 1
1,4 Diclorobenzeno (**)	106-46-7	µg/L	300	5	GC-MS	Ver nota 1
1,2 Dicloroetano	107-06-2	µg/L	10	5	GC-MS	Ver nota 1
1,1 Dicloroetano	75-35-4	µg/L	30	5	GC-MS	Ver nota 1
1,2 Dicloroetano(cis e trans)(**)	cis (156-59-2) trans(156-60-5)	µg/L	50	5	GC-MS	Ver nota 1
Diclorometano	75-09-2	µg/L	20	10	GC-MS	Ver nota 1
Estireno	100-42-5	µg/L	20	5	GC-MS	Ver nota 1
Fenóis (**)	--	µg/L	3	10	UV-VIS	Fenóis que reagem com aminoantipirina. Os VMP para fenóis previnem a formação de gosto e odor indesejável na água quando da sua cloração. Para o caso de LQP maior que VMP, análises de perfil de sabor deverão ser realizadas. Resultado não objetável indicará atendimento ao padrão de qualidade requerido
Indeno[1,2,3cd]pireno(**)	193-39-005	µg/L	0,05	0,15	GC-MS	Ver nota 2
Tetracloroeto de Carbono	56-23-5	µg/L	2	2	GC-MS	Ver nota 1
Tetracloroetano	127-18-4	µg/L	40	5	GC-MS	Ver nota 1
ORGÂNICAS						
Triclorobenzenos	1,2,4-TCB (120-82-1); 1,3,5-TCB (108-70-3); 1,2,3-TCB (87-61-6)	µg/L	20	5 p/cada	GC-MS	Ver nota 1
1,1,2-Tricloroetano	127-18-4	µg/L	70	5	GC-MS	Ver nota 1
PRAGUICIDAS						
Alaclor	15972-60-8	µg/L	20	0,1	GC-ECD	Ver nota 4
Aldicarbe (**)	Aldicarbe (116-06-3)	µg/L	10	3	HPLC	
Aldrin e Dieldrin	Aldrin(309-00-2) Dieldrin (60-57-1)	µg/L	0,03	0,005 p/cada	GC-ECD	Ver nota 4
Ametrina (**)	834-12-8	µg/L	50	0,2	GC-MS	Ver nota 5
Atrazina	1912-24-9	µg/L	2	0,5	GC-ECD	Outras técnicas empregadas: GC-NPD, GC-MS (notas 4 e 5)
Azinfos metílico (**)	86-50-0	µg/L	9	2	HPLC	Outras técnicas empregadas: GC-NPD, GC-FPD (ver nota 5)
Bentazona	25057-89-0	µg/L	300	30	GC-ECD	Outras técnicas empregadas: HPLC, GC-MS (nota 4)

Carbofurano (**)	1563-66-2	µg/L	7	5	HPLC	
Clomazona (**)	81777-89-1	µg/L	800	20	GC-MS	Outras técnicas empregadas: HPLC, GC-NPD (ver nota 5)
Clordano (isômeros)	cis(5103-71-9) trans (5103-74-2)	µg/L	0,2	0,01 p/cada	GC-ECD	Ver nota 4
Clorotalonil (**)	1897-45-6	µg/L	30	0,1	GC-MS	
Clorpirifós (**)	2921-88-2	µg/L	30	2	GC-MS	
2,4 D	94-75-7	µg/L	30	2	GC-ECD	Ver nota 4
DDT (isômeros)	p,p'-DDT (50-29-3) p,p'-DDE (72-55-9) p,p'-DDD (72-54-8)	µg/L	2	0,01 p/cada	GC-ECD	Ver nota 4
Diquate (**)	85-00-7	µg/L	300	2	HPLC	Outras técnicas empregadas: GC-MS (menor detectabilidade), GC-NPD, GC-FPD (ver nota 5)
Diuron (**)	330-54-1	µg/L	20	15	HPLC	Outras técnicas empregadas: GC-MS (menor detectabilidade), GC-NPD, GC-FPD (ver nota 5)
Endossulfan	115-29-7; I (959-98-8); II (33213-65-9); sulfato (1031-07-8)	µg/L	20	0,02 p/cada	GC-ECD	Ver nota 4
Endrin	72-20-8	µg/L	0,6	0,01	GC-ECD	Ver nota 4
Glifosato	1071-83-6	µg/L	500	30	HPLC	
Heptacloro e Heptacloro epóxido	Heptacloro (76-44-8); Heptacloro epóxido (1024-57-3)	µg/L	0,03	0,01 p/cada	GC-ECD	Ver nota 4
Hexaclorobenzeno	118-74-1	µg/L	1	0,01	GC-ECD	Ver nota 4
Hexazinona (**)	51235-04-2	µg/L	200	5	GC-MS	Outras técnicas empregadas: GC-NPD (ver nota 5)
Lindano (g-BHC)	58-89-9	µg/L	2	0,01	GC-ECD	Ver nota 4
Malationa (**)	121-75-5	µg/L	400	2	HPLC	Outras técnicas empregadas: GC-NPD, GC-FPD (ver nota 5)
Metolaclo	51218-45-2	µg/L	10	0,1	GC-ECD	Ver nota 4
Metoxicloro	72-43-5	µg/L	20	0,1	GC-ECD	Ver nota 4
Molinato	2212-67-1	µg/L	6	5	GC-MS	Outras técnicas empregadas: GC-NPD (ver nota 5)
Paraquate(**)	1910-42-5	µg/L	30	2	HPLC	Outras técnicas empregadas: GC-MS (menor detectabilidade), GC-NPD, GC-FPD (ver nota 5)
Pendimetalina	40487-42-1	µg/L	20	0,1	GC-ECD	Outras técnicas empregadas: GC-MS, GC-NPD (ver nota 5)
Pentaclorofenol	87-86-5	µg/L	9	2	GC-MS	Ver nota 2
Propanil	709-98-8	µg/L	20	10	GC-MS	Outras técnicas empregadas: GC-ECD, GC-NPD (ver nota 5)
Simazina	122-34-9	µg/L	2	1	GC-ECD	Outras técnicas empregadas: GC-NPD (ver nota 5)
Tebutiuron (**)	34014-18-1	µg/L	400	20	GC-MS	HPLC, GC-NPD (ver nota 5)
Trifluralina	1582-09-8	µg/L	20	0,1		
Permetrina	52645-57-1	µg/L	20	10	GC-ECD	Outras técnicas empregadas: GC-MS
Picloram (**)	1918-02-1	µg/L	400	5	GC-ECD	Outras técnicas empregadas: HPLC
DESINFETANTES E PRODUTOS SECUNDÁRIOS DA DESINFECÇÃO						
Ácidos haloacéticos (**)	-	µg/L	60	5	GC-ECD	Somatória dos ácidos mono, di e tricloroacético e mono, di e tribromoacético
Bromato	15541-45-4	mg/L	0,025	0,005	IC	
Clorato (**)	7790-93-4	mg/L	0,7	0,01	IC	
Clorito	7758-19-2	mg/L	1,0 (*)	0,02	IC	
Cloro livre	7782-50-5	mg/L	5	0,3	UV VIS	
Monocloramina	10599-90-3	mg/L	3	0,3	UV VIS	
2,4,6 Triclorofenol	88-06-2	µg/L	200	2	GC-MS	Ver nota 2
Trihalometanos Total (THM)	-	µg/L	100	5 p/cada	GC-MS	Somatória de clorofórmio, bromofórmio, diclorobromometano e dibromoclorometano. Ver nota 1
ORGANOLÉPTICOS						
Alumínio	7429-90-5	µg/L	200	150	ICP-OES	Outras técnicas empregadas: ICP-MS, GFAA
Amônia (como NH3)	7664-41-7	mg/L	1,5	0,1 (N amoniacal)	UV VIS	
Cloreto	16887-00-6	mg/L	250	2	Titulometria	Outras técnicas empregadas: IC, UV-VIS
Cor Aparente	-	uH	15	5	Espectrofotometria	
Dureza	-	mg/L	500	1,6	ICP-OES	Outras técnicas empregadas: ICP-MS, titulometria
Etilbenzeno	100-41-4	µg/L	200	5	GC-MS	Ver nota 1
Ferro	7439-89-6	µg/L	300	100	ICP-OES	Outras técnicas empregadas: ICP-MS, GFAA
Manganês	7439-96-5	µg/L	100	10	ICP-OES	Outras técnicas empregadas: ICP-MS, GFAA
Monoclorobenzeno	108-90-7	µg/L	120	5	GC-MS	Ver nota 1
Sódio	7440-23-5	mg/L	200	0,5	ICP-OES	Outras técnicas empregadas: ICP-MS, GFAA FAAS propicia limites mais altos, porém abaixo de VMP
Sólidos dissolvidos totais	-	mg/L	1.000	100	gravimetria	
Sulfato	14808-79-8	mg/L	250	10	IC	Outras técnicas empregadas: turbidimetria
Sulfeto de Hidrogênio	7783-06-4	mg/L	0,05	0,03	UV VIS	
Surfactantes	-	mg/L	0,5	0,1	UV VIS	
Tolueno	108-88-3	µg/L	170	5	GC-MS	Ver nota 1
Turbidez	-	UT	5	1	nefometria	
Zinco	7440-66-6	µg/L	5.000	100	ICP-OES	Outras técnicas empregadas: ICP-MS, GFAA
Xileno	1330-20-7	µg/L	300	5 p/cada	GC-MS	Ver nota 1

(*) – Valor proposto (alteração do valor vigente) (**) – Composto proposto para inclusão; (***) Somatória de nitrato e nitrito (como N) não deve exceder 10 mg/L

Notas:

- 1- Composto volátil geralmente determinado pelo método SW 846 US EPA 8260B ou equivalente
- 2- Composto semivolátil geralmente determinado pelo método SW 846 US EPA 8270D ou equivalente
- 3- Ao se utilizar como técnica analítica um cromatógrafo com detector seletivo, como ECD (detector de captura de elétrons), é fundamental que este comporte dois detectores com colunas cromatográficas dissimilares (uma para quantificação e outra para confirmação), evitando assim falsos positivos de compostos químicos com comportamento similar aos do analito-alvo.
- 4- Embora o LQP pela técnica de GC-MS atenda ao VMP, tomou-se como base a cromatografia com GC-ECD, dada a excelente detectabilidade desta para compostos clorados, propiciando limites até 100 vezes mais baixos que GC-MS. No entanto, ao aplicar a técnica de GC-ECD, deve-se levar em consideração a nota 3 acima.
- 5- GC-NPD (detector de nitrogênio e fósforo) tem excelente detectabilidade para compostos orgânicos nitrogenados e fosforados e GC-FPD (detector fotométrico por chama) para compostos organofosforados; no entanto, o seu uso é muito restrito dentro do mercado analítico, visto que sua aplicabilidade é limitada.
- 6- Extraído de ASTM D7574 - 09 Standard Test Method for Determination of Bisphenol A in Environmental Waters by Liquid Chromatography/Tandem Mass Spectrometry.
- 7- Extraído de US EPA, 2007. Method 1694: Pharmaceuticals and Personal Care Products in Water, Soil, Sediment, and Biosolids by HPLC/MS/MS.

Abreviações:

ICP-OES – Espectrometria de emissão óptica com plasma indutivamente acoplado

ICP-MS - Espectrometria de massas com plasma indutivamente acoplado

GFAA – Absorção atômica com forno de grafite (eletrotérmico)

HG AAS - Absorção atômica com geração de hidretos

UV VIS – Espectrofotometria ultravioleta – visível

IC – Cromatografia iônica

GC ECD – Cromatografia a gás com detector de captura de elétrons GC NPD - Cromatografia a gás com detector de nitrogênio e fósforo

GC FPD - Cromatografia a gás com detector fotométrico de chama HPLC – Cromatografia líquida de alta eficiência

recomendável que mais laboratórios sejam consultados e se possível essa escolha deve ser feita em conjunto com o CFQ e o INMETRO.

O Quadro 6, apresentado nas páginas anteriores, inclui os parâmetros vigentes ou que foram sugeridos a serem incluídos pelo grupo, número CAS, unidade padronizada, valor máximo permitido vigente ou a ser sugerido, técnicas analíticas padrão empregadas e seus respectivos limites de quantificação praticáveis e outras técnicas aplicadas pelos laboratórios consultados. Essa tabela poderá auxiliar na tomada de decisão quanto aos VMPs a serem adotados, tendo em vista a capacidade analítica instalada no país.

8) Compostos organolépticos

Sugere-se dar mais clareza ao título da Tabela 5, pois o atual é muito geral e induz a interpretação errônea da portaria. Deixar claro que esses parâmetros são secundários e se referem a questões estéticas da água. Aceitabilidade é uma palavra pouco técnica e que confunde o usuário. Sugere-se que sejam incluídas mais informações técnicas sobre como realizar as análises de sabor (odor e gosto). De acordo com o Standard Methods, os resultados das análises de sabor e cor geram valores, portanto deveria ser incluído qual o limite máximo aceitável e não somente não objetável como está na portaria atualmente.

9) Definições a serem incluídas

O grupo sugere que sejam incluídas duas definições na portaria, a de valor máximo permitido e valor máximo permitido para emergências. Segue sugestão do grupo:

Valor máximo permitido (VMP): é o nível máximo de um contaminante presente na água de abastecimento público destinada a consumo humano. Seu valor deve ser definido para os compostos químicos que podem causar efeitos adversos após longos períodos de exposição ou aqueles que possam causar, sob determinadas condições, seus efeitos após uma única exposição. Deve ser determinado também para substâncias que podem tornar a água não potável por alterar o seu gosto, odor (sabor) ou cor. O VMP normalmente representa a concentração de um componente que não resultará em um risco significativo para a saúde, considerando o consumo ao longo da vida. Esses valores também podem ser estabelecidos em função da capacidade prática de tratamento ou na capacidade analítica. Nestes casos, o VMP pode ser superior ao valor calculado com base no critério saúde humana.

Valor máximo permitido para emergências: é o nível máximo de um contaminante presente na água de abastecimento público destinada ao consumo humano para exposição em curto prazo de substâncias químicas usadas em grande quantidade e frequentemente envolvidas em emergência como derramamentos, geralmente em água superficial.

10) Alteração de VMP, inclusão ou retirada de parâmetro

Neste item, os praguicidas não foram considerados, pois serão tratados separadamente (ver item 12).

Com relação aos metais, o grupo sugere que sejam incluídos: Berílio, Boro, Molibdênio, Níquel, Prata, Urânio e Vanádio. Esses metais têm reconhecida toxicidade e não estão contemplados

na portaria. O Boro, foi detectado em águas subterrâneas, mananciais de serra, água bruta e tratada com concentrações variando até 0,003 (LQ da técnica utilizada) a 0,017 mg L⁻¹ ou 0,017 mg/L por Cotrim, M.E.B. (Avaliação da qualidade da água na bacia hidrográfica do Ribeira de Iguape com vistas ao abastecimento público. Orientador: Maria Aparecida F Pires. Tese IPEN - USP, 2006).

Quanto ao Cádmiu sugere-se manter o VMP em 5 µg/L, embora a OMS adote 3 µg/L, devido ao fato de que a maioria dos laboratórios comerciais dispõe de ICP-OES para análise de metais, o qual não permite alcançar 3 µg/L como LQP. O LQP atingível por ICP-OES é de 5 µg/L. Atualmente, para atendimento de 3 µg/L, seria necessário que os laboratórios com ICP-OES reportassem resultados com base no Limite de Detecção, ou seja, com um erro de até 100% para o Cd. Portanto, sugere-se que seja mantido o VMP de 5 µg/L para Cádmiu na Portaria 518 e que seja incluída uma recomendação de que os laboratórios invistam em técnicas analíticas que propiciem LQP para cádmio compatíveis com 3 µg/L.

O grupo sugere regulamentar o somatório de nitrato e nitrito, conforme já é feito pela OMS e pelos Estados Unidos. O somatório não deve exceder 10 mg/L como nitrogênio, porém não substitui os VMP individuais já definidos anteriormente, ou seja 10 e 1 mg/L para nitrato e nitrito respectivamente.

O grupo também sugere retirar o segundo parágrafo do artigo 14 da atual Portaria, que trata sobre avaliação de carbamatos e organofosforados pela inibição da acetilcolinesterase. Esse método não é aplicável em rotinas de monitoramento e porque a maioria dos praguicidas importantes dessa classe já está incluída ou está sendo proposta na revisão da Portaria.

11) Proposta para normalização do cálculo dos padrões de potabilidade a serem adotados pelo MS

O grupo propõe que em vez de se copiar valores de outras legislações, estes sejam derivados caso a caso, tendo como base o método da Organização Mundial da Saúde. Existem três tipos de metodologias para esse fim, uma para substâncias químicas não carcinogênicas genotóxicas, outra para as carcinogênicas genotóxicas e por fim, um valor para ser usado em situações de emergência em que se considera a exposição aguda e 100% de alocação. No Anexo I está um relatório do evento que foi realizado pela Sociedade Brasileira de Mutagênese, Carcinogênese e Teratogênese Ambiental, o qual contou com o suporte financeiro e apoio técnico

da ABES. O grupo, reconhecendo a necessidade de critérios claros para derivação desses valores, propõe que sejam seguidas as orientações sugeridas neste documento que se encontra no Anexo I.

- Para substâncias químicas com dose segura, ou com “threshold”.

Para as substâncias químicas que apresentam uma dose abaixo da qual não ocorrem efeitos adversos, valores máximos ou valores orientadores são baseados na ingestão diária tolerável (IDT), e são derivados por meio da equação (WHO, 2008):

$$VO = \frac{(IDT \times \text{Peso corpóreo} \times P)}{C}$$

onde,

P = fração da IDT alocada para a água potável

C = consumo diário de água potável

A Ingestão Diária Tolerável (IDT) é uma estimativa da quantidade de uma substância no alimento ou água potável, expressa por peso corpóreo (mg/kg, ou µg/kg de peso corpóreo), que pode ser ingerida por toda a vida sem risco apreciável à saúde. A IDT deve ser derivada baseada no efeito crítico mais sensível do estudo mais relevante, preferencialmente envolvendo administração pela água potável, usando-se a equação (WHO, 2008):

$$IDT = \frac{(\text{NOAEL ou LOAEL})}{FI}$$

Onde,

NOAEL = No Observed Adverse Effect Level (Primeira dose testada onde não são observados efeitos adversos); LOAEL = Lowest Observed Adverse Effect Level (Menor dose testada onde são observados efeitos adversos); FI = Fator de Incerteza.

A IDT também pode ser derivada pela dose de benchmark (DBM), que é o limite inferior do intervalo de confiança da dose que causa um pequeno aumento no nível de efeito adverso (exemplo 5% ou 10%) e aplicando-se fatores de incerteza específicos para cada substância química (WHO, 2008).

A alocação da ingestão deve ser aplicada, pois a água potável geralmente não é a única fonte de exposição humana a substâncias químicas, em muitos casos, a ingestão das substâncias químicas pela água potável é menor do que por outras fontes como alimento, ar e produtos de consumo. Sempre

que possível dados da proporção da ingestão diária total normalmente ingerida na água potável (baseada nos níveis médios no alimento, água potável e ar) ou ingestão estimada baseada nas propriedades físico-químicas das substâncias de interesse deve ser usada na derivação dos valores orientadores. Essas aproximações asseguram que a ingestão diária total por todas as fontes (incluindo água potável contendo concentrações de substâncias próximas ou igual o valor orientador) não excedam a IDT. Quando informações adequadas de exposição pelo alimento e água não estão disponíveis, são aplicados fatores de alocação que representam a contribuição provável da água para ingestão diária total para várias substâncias químicas. Na falta de dados de exposição adequados, a alocação normal da ingestão diária total para a água potável é 20%, que reflete um nível razoável de exposição baseado na ampla experiência e ainda é protetor. Este valor representa mudança do valor de alocação prévio de 10% considerado excessivamente conservativo. Em circunstâncias em que a exposição pelo alimento é muito baixa, como os produtos secundários de desinfecção, a alocação pode chegar a 80%, que ainda permite a exposição por outras fontes. No caso de alguns praguicidas, cujos resíduos provavelmente são encontrados em alimentos aos quais a exposição será significativa, a alocação para água pode ser 1% (WHO, 2008).

Quanto ao peso corpóreo e consumo de água potável, a Organização Mundial da Saúde (OMS) assume que um adulto consome diariamente 2 L de água e seu peso corpóreo é de 60 kg. Nos casos em que o valor orientador é baseado em crianças consideradas particularmente vulneráveis a determinada substância, assume-se o peso corpóreo de 10 kg e ingestão de 1 L de água. Nas circunstâncias em que o grupo mais vulnerável é de bebês (tomam mamadeira), assume-se peso corpóreo de 5kg e ingestão de 0,75 L (WHO, 2008).

- Para substâncias químicas carcinogênicas genotóxicas, na qual se assume que não há dose considerada segura (“non-threshold”).

Para substâncias químicas carcinogênicas genotóxicas, geralmente, considera-se que o evento de início do processo de carcinogenicidade é a indução da mutação no material genético (DNA) de células somáticas e há um risco teórico a qualquer nível de exposição. Nestes casos, os valores orientadores são normalmente determinados usando-se modelos matemáticos. A OMS adota geralmente modelos multiestágios linearizados. Estes modelos

computam uma estimativa do risco em um nível determinado de exposição, no limite superior ou inferior do intervalo de confiança, que pode incluir o zero no limite inferior. Os valores orientadores são conservativamente apresentados como as concentrações na água potável associadas a uma estimativa do aumento de risco de câncer no limite superior de 10^{-5} (ou um caso de câncer adicional em 100000 indivíduos que ingerem água potável contendo concentrações da substância no valor orientador durante 70 anos). Os modelos matemáticos usados para derivar os valores orientadores para substâncias carcinogênicas genotóxicas não podem ser verificados experimentalmente e geralmente não levam em conta considerações biológicas importantes como farmacocinética, reparo de DNA ou proteção ao sistema imune. Eles também assumem a validade de uma extrapolação linear de exposições a doses muito altas em animais a exposições a doses muito baixas em humanos. Assim, os modelos usados são conservativos (erros na parte de precaução). Os valores orientadores derivados usando estes modelos devem ser interpretados diferentemente dos valores derivados com base na IDT devido a falta de precisão dos modelos. Exposição moderada em curto prazo a níveis que excedem o valor orientador para substâncias químicas sem limiar (“non threshold”) não afeta significativamente o risco (WHO, 2008).

- Valores máximos permitidos para uso em emergências

A Organização Mundial da Saúde também propõe a derivação de valores orientadores para exposição por um período curto às substâncias químicas usadas em grande quantidade e frequentemente envolvidas em uma emergência como derramamentos, geralmente em água superficial. Ela é baseada na dose de referência aguda (DRfA) e considera-se alocação 100% da DRfA para a água potável. A DRfA é a quantidade de substância química, normalmente expressa por peso corpóreo, que pode ser ingerida em um período de 24 horas ou menos sem apreciável risco à saúde do consumidor. Para exposições superiores a 24 horas, mas de duração inferior a poucos dias, recomenda-se o uso de dados de estudos de toxicidade de doses repetidas. Na falta de dados para derivação da DRfA, a alternativa seria alocar uma proporção maior da IDT para água potável. Ainda que a IDT seja destinada a proteção da exposição por toda vida, pequenos excedentes da IDT por período curto não será de interesse significativo à saúde. É possível atribuir 100% da IDT

para a água potável por um curto período (WHO, 2008).

- Critérios provisórios para substâncias que ainda não foram avaliadas toxicologicamente ou foram somente parcialmente avaliadas.

Sugere-se adotar um valor provisório (pragmático) denominado VPS (valor paramétrico baseado em saúde), do inglês “health-based parametric value – HPV” de 0,1 µg/L, seguindo a recomendação da Agência Ambiental Federal da Alemanha (Federal Environmental Agency, 2003) nos casos que:

(I) Os dados que permitiriam uma avaliação da toxicidade para humanos são inexistentes ou incompletos, e

(II) A sua eventual presença não é regulamentada por um valor limite;

O VPS é um valor de precaução para as substâncias que são facilmente disseminadas em água potável, para as quais uma avaliação com base na toxicidade para humanos não é possível, ou apenas parcialmente possível. Esta recomendação é baseada no conceito chamado de limite de interesse toxicológico (Threshold of Toxicological Concern – TTC – concept), avaliada por diferentes organizações sob a ótica de sua adequação como “crité-

rios de exposição segura”. Esse nível é calculado de tal forma que uma avaliação completa posterior de toxicidade humana de uma substância não-genotóxica (com limiar de efeito) ou de uma substância genotóxica (sem limiar de efeito) vai com certeza produzir um valor guia equivalente ou superior de consumo por toda a vida que é tolerável ou aceitável em termos de saúde. No caso das substâncias eventualmente presentes na água de beber que apresentem alguma informação sobre sua toxicidade, os seguintes valores máximos (seguros) baseados na proteção à saúde, para o consumo por toda a vida podem ser preconizados:

≤ 0,3 µg/L: para substâncias cujos dados toxicológicos disponíveis são incompletos ou divergentes, porém, estas substâncias são comprovadamente não genotóxicas;

≤ 1 µg/L: para substâncias comprovadamente não genotóxicas e que apresentem dados in vitro e in vivo significativos sobre a neurotoxicidade do contaminante considerando a via oral como via de exposição. No entanto, esses dados não produzem um valor inferior a 0,3 µg/L;

≤ 3 µg/L: a substância não é genotóxica nem neurotóxica (veja acima). Além disso, há, pelo menos, um estudo in vivo de toxicidade subcrônica por



via oral significativo do contaminante. No entanto, esses dados não produzem um valor inferior a 1 µg/L.

Do ponto de vista de saúde, valores > 3 µg/L podem ser tolerados na água potável para consumo ao longo da vida, sem revisão adicional, se pelo menos um estudo de toxicidade crônica por via oral estiver disponível, que propicie a avaliação toxicológica (quase) completa do contaminante demonstrando limiar de efeito acima de 3 µg/L.

12) Proposta de inclusão de praguicidas

e valores máximos permitidos

Os pesquisadores Regina Monteiro e Luiz Di Bernardo propuseram que a Portaria considere como prioritários os compostos listados nos Quadros 7 e 8. Esses praguicidas vêm sendo encontrados em mananciais de água brasileiros ou tem alto potencial de ocorrência nas águas brutas. Há literatura nacional a respeito, tanto trabalhos científicos publicados como teses de mestrado e doutorado que subsidiam essa proposta. Alguns já estão inclusive contemplados na portaria, portanto devem ser mantidos e outros devem ser incluídos.

Quadro 7 Compostos já contemplados na Portaria 518/04

Atrazina: CAS 1912-24-9	Alfa endosulfan: CAS 1031-07-8	Propanil: CAS 709-98-8
Simazina: CAS 12-34-9	Endosulfan sulfato: CAS 1031-07-8	2,4-D acido: CAS 94-75-7
Endosulfan: CAS 115-29-7	Alaclor: CAS 15972-60-8	
Beta endosulfan: CAS 33213-65-9	Metalaclor: CAS 51218 -45-2	

Quadro 8 Compostos sugeridos para inclusão na Portaria 518/04

Aldicarbe – CAS 116-06-3*	Diuron: CAS 330-54-1	Monocrotofós: CAS 6923-22-4***
Carbofurano – CAS 1563-66-2	Diquate – CAS 85-00-7	Profenofós: CAS 41198-08-7***
Ametrina: CAS 834-12-8	Malationa –CAS 121-75-5**	Halosulfuron metil: CAS 100784-20-1***
Hexazinona: CAS 51235-04-2	Paraquate – CAS 1910-42-5	Imazapir: CAS 81334-34-1***
Tebutiurum: CAS 34014-18-1	Azinfós metílico – CAS 86-50-0	Sufentrazona: CAS 122836-35-5***
Clomazona- CAS 81777-89-1	Imazaquim: CAS 81335-37-7***	
Clorpirifós – CAS 2921-88-2*	Imazapic: CAS 104098-48-8***	
Picloram: CAS 1918-02-1	2,4-D amina: CAS 2008-39-1***	

*Compostos com VMPs baseados no CONAMA 396/2008

**Sugestão de VMP diferente do CONAMA 396/2008, ver item 13

***Não foram calculados critérios para estes compostos

O grupo de trabalho elaborou uma proposta de valores máximos permitidos e valores máximos permitidos em emergência para alguns dos compostos listados nos quadros 7 e 8, utilizando o método de derivação proposto no item 11. Esses valores foram apresentados no item 13.

13) Valores máximos permitidos calculados para alguns praguicidas identificados como prioritários no item 12.

Independente dos valores máximos permitidos a serem adotados na portaria, o que o grupo de trabalho considera mais importante é que o processo de escolha seja transparente e seja apresentado na portaria, pelo menos em um anexo. Todos os países desenvolvidos deixam muito claro como o valor foi escolhido e quais foram as bases técnicas para essa escolha. Isso dá muito mais credibilidade ao órgão regulador e confiança ao usuário. Abaixo estão propostas de valores máximos permitidos para alguns praguicidas, apresentadas da forma que o grupo entende como ideal. Mais informações sobre características toxicológicas de cada substância se encontram no Anexo II.

AMETRINA
valor sugerido: 0,05 mg/L

Este valor foi derivado conforme as recomendações da Organização Mundial da Saúde (WHO, 2008), assumindo-se, IDT de 0,009 mg/kg/dia, dose de referência (DRf) derivada pela USEPA (1987); peso corpóreo de um adulto 60 kg e o consumo diário de água potável de 2 L (WHO, 2008) e fração da dose de referência que é alocada para água potável (P) de 0,2 (WHO, 2008).

AZINFÓS-METÁLICO
valor sugerido 0,009 mg/L

Este valor foi derivado conforme as recomendações da Organização Mundial da Saúde (WHO, 2008), assumindo-se, IDT de 0,0015 mg/kg/dia, dose de referência (DRf) derivada pela USEPA OPP (2006), peso corpóreo de um adulto 60 kg e o consumo diário de água potável de 2 L (WHO, 2008) e fração da dose de referência que é alocada

para água potável (P) de 0,2 (WHO, 2008). Para o valor orientador de emergência o valor sugerido é de 0,09 mg/L para o azinfós-metílico foi derivado conforme as recomendações da Organização Mundial da Saúde (WHO, 2008), assumindo-se IDT de 0,003 mg/kg/dia, dose de referência aguda (DRfA) derivada pela USEPA-OPP. A dose de referência aguda de 0,003 mg/kg/dia é baseada no LOAEL de 1 mg/kg/dia de um estudo de neurotoxicidade aguda em ratos (MRID 43360301 apud USEPA OPP, 2006). Este LOAEL foi selecionado com base na inibição da colinesterase plasmática, de células vermelhas do sangue e cerebral observada após uma única dose. Não foi observado NOAEL neste estudo. Foi aplicado um fator de 300 (3 devido ao uso de LOAEL e não NOAEL; 10 para variação interespécie e 10 para variação intra-espécies (USEPA OPP, 2006). O peso corpóreo de um adulto 60 kg e o consumo diário de água potável de 2 L (WHO, 2008) e a fração da dose de referência que é alocada para água potável (P) de 1 (WHO, 2008) foi considerada.

CLOMAZONA
valor sugerido 0,8 mg/L

Este valor foi derivado conforme as recomendações da Organização Mundial da Saúde (WHO, 2008), assumindo-se IDT de 0,133 mg/kg/dia, ingestão diária aceitável (IDA) derivada pela Comunidade Europeia (EC, 2007), peso corpóreo de um adulto 60 kg e o consumo diário de água potável de 2 L (WHO, 2008) e a fração da dose de referência que é alocada para água potável (P) de 0,2 (WHO, 2008). Neste caso foi também derivado um valor orientador para emergência foi possível de ser calculado, sendo este de 4 mg/L. O mesmo foi derivado conforme as recomendações da Organização Mundial da Saúde (WHO, 2008) para caso de emergência, assumindo-se, IDT de 0,133 mg/kg/dia, ingestão diária aceitável (IDA) derivada pela Comunidade Europeia (EC, 2007), peso corpóreo de um adulto 60 kg e o consumo diário de água potável de 2 L (WHO, 2008) a fração da dose de referência que

é alocada para água potável (P) de 1 (WHO, 2008).

DIQUATE valor sugerido 0,03 mg/L

Este valor foi derivado conforme as recomendações da Organização Mundial da Saúde (WHO, 2008), assumindo-se IDT de 0,005 mg/kg/dia, dose de referência (DRf) derivada pela USEPA OPP. O RfD/Peer Review Committee derivou a dose de referência de 0,005 mg/kg/dia, expresso como cátion diquate, baseado no estudo de toxicidade crônica em cães com um NOEL de 0,5 mg/kg/dia e um fator de incerteza (FI)/fator de segurança (FS) de 100 (5/12/94) em que foram observados cataratas unilaterais em fêmeas e diminuição do peso do epidídimo e adrenais em machos a dose de 2,5 mg/kg/dia. O estudo de toxicidade crônica em ratos, com um NOEL de 0,58 mg/kg/dia, foi identificado como estudo suporte ou co-crítico. O fator de incerteza de 100 foi aplicado devido a variações inter e intra-espécies (USEPA OPP, 1995). Utilizou-se peso corpóreo de um adulto 60kg e o consumo diário de água potável de 2 L (WHO, 2008). A fração da dose de referência que é alocada para água potável (P) de 0,2 (WHO, 2008). Para diquate foi também proposto um valor orientador de emergência, 0,15 mg/L derivado conforme as recomendações da Organização Mundial da Saúde (WHO, 2008), assumindo-se IDT de 0,005 mg/kg/dia, dose de referência (DRf) derivada pela USEPA OPP (1995). Foi considerado peso corpóreo de um adulto 60 kg e o consumo diário de água potável de 2 L (WHO, 2008) e fração da dose de referência que é alocada para água potável (P) de 1 (WHO, 2008).

DIURON valor sugerido de 0,02 mg/L

Este valor foi derivado conforme as recomendações da Organização Mundial da Saúde (WHO, 2008), assumindo-se IDT de 0,003 mg/kg/dia, dose de referência (DRf) derivada pela USEPA OPP (2003), baseada no LOAEL de 1,0 mg/kg/dia para anemia hemolítica e hematopoiese compensatória (diminuição significativa na contagem de eritrócitos, níveis de hemoglobina e hematócrito e aumento do VCM (Volume Corpuscular Médio), HCM

(Hemoglobina Corpuscular Média), formas eritrocitárias anormais, contagem de reticulócitos e de leucócitos) observada em estudo combinado de carcinogenicidade/toxicidade crônica em ratos (MRID 40886501, 43871901, 43804501, 44302003 apud USEPA OPP, 2003); peso corpóreo de um adulto 60 kg consumo diário de água potável de 2 L (WHO, 2008) e fração da dose de referência que é alocada para água potável (P) de 0,2 (WHO, 2008). Como valor de emergência sugere-se 0,09 mg/L, derivado conforme as recomendações da Organização Mundial da Saúde (WHO, 2008), assumindo-se, IDT de 0,003 mg/kg/dia, dose de referência (DRf) derivada pela USEPA OPP (2003); peso corpóreo de um adulto 60 kg; o consumo diário de água potável de 2 L (WHO, 2008) e fração da dose de referência que é alocada para água potável (P) de 1 (WHO, 2008).

HEXAZINONA valor sugerido: 0,2 mg/L

Este valor foi derivado conforme as recomendações da Organização Mundial da Saúde (WHO, 2008), assumindo-se, IDT de 0,033 mg/kg/dia, dose de referência (DRf) derivada pela USEPA (1987), peso corpóreo de um adulto 60 kg e o consumo diário de água potável de 2 L (WHO, 2008) e a fração da dose de referência que é alocada para água potável (P) de 0,2 (WHO, 2008).

MALATIONA valor sugerido de 0,4 mg/L

Este valor foi derivado conforme as recomendações da Organização Mundial da Saúde (WHO, 2008), assumindo-se IDT de 0,07 mg/kg/dia, dose de referência (DRf) derivada pela USEPA OPP, baseada no BMDL10 (limite inferior da dose de benchmark – limite inferior do intervalo de confiança 95% para 10% de inibição da colinesterase de células vermelhas do sangue) de 7,1 mg/kg/dia para inibição da colinesterase em células vermelhas do sangue dos filhotes de ratos em um estudo comparativo de colinesterase a várias doses orais. Um fator de incerteza de 100 foi aplicado para variações interespecies e intra-espécies (USEPA OPP, 2009). Peso corpóreo de um adulto 60 kg e o consumo diário de água potável de 2 L (WHO, 2008) e fração da dose

de referência que é alocada para água potável (P) de 0,2 (WHO, 2008). O valor de emergência proposto é de 4,2 mg/L, derivado conforme as recomendações da Organização Mundial da Saúde (WHO, 2008), assumindo-se IDT de 0,14 mg/kg/dia, dose de referência aguda (ARfD) derivada pela USEPA OPP, baseada no BMDL10 (limite inferior da dose de benchmark – limite inferior do intervalo de confiança 95% para 10% de inibição da colinesterase de células vermelhas do sangue) de 13,6 mg/kg/dia para inibição da colinesterase em células vermelhas do sangue dos filhotes machos de ratos em um estudo comparativo de colinesterase oral agudo. Um fator de incerteza de 100 foi aplicado para variações interespecies e intra-espécies (USEPA OPP, 2009). O peso considerado foi de um adulto 60 kg, o consumo diário de água potável de 2 L (WHO, 2008) e a fração da dose de referência que é alocada para água potável (P) de 1 (WHO, 2008).

PARAQUATE valor sugerido 0,03 mg/L

Este valor foi derivado conforme as recomendações da Organização Mundial da Saúde (WHO, 2008), assumindo-se IDT de 0,0045 mg/kg/dia, dose de referência (DRf) derivada pela USEPA (1991), peso corpóreo de um adulto 60 kg e o consumo diário de água potável de 2 L (WHO, 2008) e fração da dose de referência que é alocada para água potável (P) de 0,2 (WHO, 2008).

O valor orientador para emergência proposto foi de 0,18 mg/L foi derivado conforme as recomendações da Organização Mundial da Saúde (WHO, 2008), assumindo-se IDT de 0,006 mg/kg/dia, dose de referência aguda (ARfD) derivada pela JMPR (2003), baseada no NOAEL de 0,55 mg de íon paraquate/kg de peso corpóreo observado em um estudo em cães por 13 semanas e um fator de segurança de 100 foi aplicado. Alterações histopatológicas nos pulmões foram observadas nas doses mais altas (JMPR, 2003). Foi considerado peso corpóreo de um adulto 60 kg e o consumo diário de água potável de 2 L (WHO, 2008) e fração da dose de referência que é alocada para água potável (P) de 1 (WHO, 2008).

PICLORAM valor sugerido 0,4 mg/L

Este valor foi derivado conforme as recomendações da Organização Mundial da Saúde (WHO, 2008), assumindo-se IDT de 0,07 mg/kg/dia, dose de referência (DRf) derivada pela USEPA (1988), peso corpóreo de um adulto 60 kg e o consumo diário de água potável de 2 L (WHO, 2008) e a fração da dose de referência que é alocada para água potável (P) de 0,2 (WHO, 2008).

TEBUTIUROM valor sugerido: 0,4 mg/L

Este valor foi derivado conforme as recomendações da Organização Mundial da Saúde (WHO, 2008), assumindo-se IDT de 0,07 mg/kg/dia, dose de referência (DRf) derivada pela USEPA (1988), peso corpóreo de um adulto 60 kg e o consumo diário de água potável de 2 L (WHO, 2008) e fração da dose de referência que é alocada para água potável (P) de 0,2 (WHO, 2008). Neste caso foi também derivado um valor orientador para emergência 2,1 mg/L, derivado conforme as recomendações da Organização Mundial da Saúde (WHO, 2008) para caso de emergência, assumindo-se IDT de 0,07 mg/kg/dia, dose de referência (DRf) derivada pela USEPA (1988), peso corpóreo de um adulto 60 kg e o consumo diário de água potável de 2 L (WHO, 2008) e a fração da dose de referência que é alocada para água potável (P) de 1 (WHO, 2008).

Referências Bibliográficas

Bibliografia geral utilizada para elaboração deste documento

WHO. Guidelines for drinking-water quality: incorporating 1st and 2nd addenda, v.1, Recommendations. 3 ed.. Geneva, 2008. 668p.
Disponível em: http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/fulltext.pdf. Acesso em: 06 jul 2009.

MARCOS José Lima Lemes. Avaliação de Metais e Elementos-Traço em Águas e Sedimentos das Bacias Hidrográficas dos Rios Mogi-Guaçu e Pardo, São Paulo. Dissertação de mestrado, 2001. Orientador: Maria Aparecida F Pires. Ipen - USP, 2001. Publicação: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/85/85131/tde-05032002-101204/2001>.

Avaliação do impacto da atividade agropecuária na qualidade da água em áreas de captação superficial nas bacias hidrográficas dos rios Mogi-Guaçu e Pardo, São Paulo. (2001) Katsuoka, Lidia. 2001.

MARQUES, Maria Nogueira - Avaliação do impacto de agrotóxicos em áreas de proteção ambiental, pertencentes à bacia hidrográfica do Rio Ribeira de Iguape, São Paulo. Uma contribuição à análise crítica da legislação sobre o padrão de potabilidade. Orientador: Maria Aparecida F Pires. Tese Ipen - USP, 2005 <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/85/85134/tde-04072006-131523/2005> Cotrim, Marycel Elena Barboza Avaliação da qualidade da água na bacia hidrográfica do Ribeira de Iguape com vistas ao abastecimento público. Orientador: Maria Aparecida F Pires. Tese IPEN - USP, 2006. <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/85/85134/tde-10062008-155437/2006>

MARQUES, Maria Nogueira; COTRIM, Marycel Barbosa; PIRES, Maria Aparecida Faustino and BELTRAME FILHO, Osvaldo. Avaliação do impacto da agricultura em áreas de proteção ambiental, pertencentes à bacia hidrográfica do rio ribeira de Iguape, São Paulo. Quím. Nova [online]. 2007, vol.30, n.5, pp. 1171-1178. ISSN 0100-4042. http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_pdf&pid=S0100-40422007000500023&lng=en&nrm=iso&tling=pt, 2007

JARDIM, Andréia Nunes Oliveira; CALDAS, Eloisa Dutra. Exposição humana a substâncias químicas potencialmente tóxicas na dieta e os riscos para saúde. Quím. Nova, 2009, Vol. 32, No. 7, 1898-1909, 2009.

NETO, Maria de Lourdes Fernandes; Sarcinelli, Paula de Novaes. Agrotóxicos em água para consumo humano: uma abordagem de avaliação de risco e contribuição ao processo de atualização da legislação brasileira. Eng Sanit Ambiental, 2009, Vol.14 No.1, 69-78. 2009.

Bibliografia relativa ao Item 1

BENOTTI, M. J., Trenholm, R. A., Vanderford, B. J., Holady, J. C., Stanford, B. D. & Snyder, S. A. (2009). Pharmaceuticals and endocrine disrupting compounds in U.S. drinking water. *Environmental Science & Technology*, 43: 597–603.

FERREIRA, A. P. (2005). Caffeine as an environmental indicator for assessing urban aquatic ecosystems. *Cadernos de Saude Publica*, 21(6), 1884–1892.

GLASSMEYER, S. T., Furlong, E. T., Kolpin, D. W., Cahill, J. D., Zaugg, S. D., Werner, S. L., Meyer, M. T., & Kryak D. D. (2005). Transport of chemical and microbial compounds from known wastewater discharges: potential for use as indicators of human fecal contamination. *Environmental Science & Technology*, 39(14), 5157–5169.

HUERTA-FONTELA, M., Galceran, M. T., & Ventura, F. (2008). Stimulatory drugs of abuse in surface waters and their removal in a conventional drinking water treatment plant. *Environmental Science & Technology*, 42(18), 6809–6816.

IBGE, (2002). Pesquisa Nacional de Saneamento Básico - 2000. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaovida/pnsb/pnsb.pdf>. Accessed 12 August 2003.

INOUE, K., Yoshie, Y., Kondo, S., Yoshimura, Y., & Nakazawa, H. (2002). Determination of phenolic xenoestrogens in water by liquid chromatography with coulometric-array detection. *Journal of Chromatography A*, 946(1-2), 291–294.

LINDHOLST, C., Pedersen, K. L., & Pedersen, S. N. (2000). Estrogenic response of bisphenol A in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquatic Toxicology*, 48(2-3), 87–94.

OEHLMANN, J., Oetken, M., & Schulte-Oehlmann, U. (2008). A critical evaluation of the environmental risk assessment for plasticizers in the freshwater environment in Europe, with special emphasis on bisphenol A and endocrine disruption. *Environmental Research*, 108(2), 140–149.

OEHLMANN, J., Schulte-Oehlmann, U., Bachmann, J., Oetken, M., Lutz, I., Kloas, W., & Ternes, T. A. (2006). Bisphenol A induces su perfeminization in the ramshorn snail *Marisa cornuarietis* (Gastropoda: Prosobranchia) at environmentally relevant concentrations.

Environmental Health Perspectives, 114(S-1), 127–133.

- RABIET, M., Togola, A., Brissaud, F., Seidel, J. L., Budzinski, H., & Elbaz-Poulichet, F. (2006). Consequences of treated water recycling as regards pharmaceuticals and drugs in surface and ground waters of a medium-sized Mediterranean catchment. *Environmental Science & Technology*, 40(17), 5282–5288.
- SEILER, R. L., Zaugg, S. D., Thomas, J. M., & Howcroft, D. L. (1999). Caffeine and pharmaceuticals as indicators of waste water contamination in wells. *Ground Water*, 37(3), 405–410.
- SIEGENER, R., & Chen, R.F. (2002). Caffeine in Boston Harbor seawater. *Marine Pollution Bulletin*, 44(5), 383–387.
- SODRÉ, F. F.; Locatelli, M. A. F. & Jardim, W. F. (2010). Occurrence of Emerging Contaminants in Brazilian Drinking Waters: A Sewage-To-Tap Issue. *Water, Air, & Soil Pollution*, DOI 10.1007/s11270-009-0086-9.
- STACKELBERG, P. E., Furlong, E. T., Meyer, M. T., Zaugg, S. D., Henderson, A. K., & Reissman, D. B. (2004). Persistence of pharmaceutical compounds and other organic wastewater contaminants in a conventional drinking-water-treatment plant. *Science of the Total Environment*, 329(1-3), 99–113.
- WESTERHOFF, P., Yoon, Y., Snyder, S. & Wert, E. (2005). Fate of endocrine-disruptor, pharmaceutical, and personal care product chemicals during simulated drinking water treatment processes. *Environmental Science & Technology*, 39: 6649–6663.

Bibliografia relativa ao Item 4

- ANA - Agência Nacional de Águas. Informações Hidrogeológicas. Disponível em: <<http://www.ana.gov.br/gestaoRecHidricos/InfoHidrologicas/aguasSubterr/mapaProvHidr.htm>> Acesso em 17 jan. 2004.
- BARBOUR, E. D. A. et al. Metodologia para o estabelecimento de valores de referência de qualidade para águas subterrâneas IN: XIV CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS. CURITIBA, Curitiba, PR, 7-11/11/2006. CETESB. Uso das águas subterrâneas para abastecimento público no Estado de São Paulo: 1997. São Paulo: CETESB, 1997. 47p
- CETESB. Relatório de qualidade das águas subterrâneas do Estado de São Paulo: 1994. São Paulo: CETESB, 1996. 95p.
- CETESB. Relatório de qualidade das águas subterrâneas do Estado de São Paulo: 1997. São Paulo: CETESB, 1998. 106p. il. (Série Relatórios).
- CETESB. Relatório de qualidade das águas subterrâneas do Estado de São Paulo: 1998-2000. São Paulo: CETESB, 2001. 106p. il. (Série Relatórios).
- CETESB. Relatório de qualidade das águas subterrâneas do Estado de São Paulo: 2001-2003. São Paulo: CETESB, 2004. 201p. il. (Série Relatórios).
- CETESB. Relatório de Estabelecimento de valores orientadores para solos e água subterrâneas. São Paulo: CETESB, 2001. (Série Relatórios).
- SÃO PAULO, 2005. Dispõe sobre a aprovação dos Valores Orientadores para Solos e Águas Subterrâneas no Estado de São Paulo - 2005, em substituição aos Valores Orientadores de 2001, e dá outras providências. Diário Oficial do Estado. Secretaria do Meio Ambiente, São Paulo, 3.12.2005, 115(227). p. 22-23. Retificação 13.12.2005, 115(233) p.42.
- THE EU WATER Framework Directive: statistical aspects of the identification of groundwater pollution trends, and aggregation of monitoring results. Final Report:December 2001. 63p. Disponível em <<http://www.ewfdgw.net>>, acessado em 24 jan 2004.

Bibliografia relativa ao Item 12

- JMPR. Joint FAO/WHO Meeting on Pesticides Residues. Pesticides Residues in food – 2003. Toxicological Evaluations. Disponível em <http://whqlibdoc.who.int/publications/2004/924166519X.pdf>. Acesso em 13 ago 2009.
- USEPA. Paraquat (CASRN 1910-42-5). 1991. Disponível em: <http://www.epa.gov/ncea/iris/subst/0183.htm>. Acesso em 28 set 2009.
- USEPA OPP. United States Environmental Protection Agency – Office of Pesticides Programs. Reregistration Eligibility Decision (RED) for Diquate Dibromide. 1995. Disponível em <http://www.epa.gov/oppsrd1/REDs/0288.pdf>. Acesso em 14 ago 2009.
- USEPA OPP. United States Environmental Protection Agency – Office of Pesticides Programs. Reregistration Eligibility Decision (RED) for Diuron. 2003. Disponível em http://www.epa.gov/oppsrd1/REDs/diuron_red.pdf. Acesso em 12 ago 2009.
- USEPA OPP. United States Environmental Protection Agency – Office of Pesticides Programs. Reregistration Eligibility Decision (RED) for Azinphos Methyl. 2006. Disponível em http://www.epa.gov/pesticides/reregistration/REDs/azm_red.pdf. Acesso em 12 ago 2009.
- USEPA OPP. United States Environmental Protection Agency – Office of Pesticides Programs. Reregistration Eligibility Decision (RED) for Malathion. 2009. Disponível em http://www.epa.gov/oppsrd1/REDs/malathion_red.pdf. Acesso em 14 ago 2009.