Avaliação da qualidade ambiental do sistema de captação na Represa do Parque do Pedroso (no manancial Billings)

Maria Nogueira Marques^{1*}, Marycel Elena Barboza Cotrim¹, Elizabeth Sonoda Keiko Dantas¹, Cristina Sisti¹, Luiz Fernando Daude², Roseane M. G. L. de Souza³, Maria Aparecida Faustino Pires¹

¹CQMA - IPEN/CNEN-SP – Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - Av. Prof. Lineu Prestes, n° 2242 – Cidade Universitária – CEP: 005508-000. São Paulo – SP – Brasil.

²SEMASA – Serviço Municipal de Saneamento ambiental de Santo André – Rua Paulo Novais, n° 391 – CEP: 09172-420 - Santo André – SP – Brasil

³Secretaria de Estado da Saúde São Paulo da Divisão de Doenças Ocasionalmente pelo Meio Ambiente – DOMA, Área de Atuação: Saúde Ambiental, Cargo Atual: Engenheira

ABSTRACT

The present work aimed to evaluate the environmental water quality in Pedroso Reservoir (Billings watershed) situated in Santo André - SP. Sixty four water samples (41 drinking water samples and 23 surface water) were analyzed by ICP-OES, AAS and Ion Chromatography for 33 elements. Metals and ions which were analyzed are: Ag, Al, As, B, Ba, Be, Cd, Co, Cr, Ca, Cu, Fe, Hg, K, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, Pb, Sb, Se, Si, Sn, V, Zn, NO₃⁻, SO₄²⁻, PO₄³⁻, F⁻ and Cl⁻, of these, seventeen elements were determined: Ag, Al, Ba, Ca, Fe, K, Li, Mg, Mn, Na, P, Si, Zn, NO₃⁻, SO₄²⁻, F⁻ and Cl⁻. The sampling period covered June 2005 to December 2006.. For the drinking water samples all elements analyzed were detected in concentrations below the limit established by the Brazilian Drinking Water Standard - Portaria n°518/MS/04. For the surface water samples of all elements analyzed, only to Ag, Al, Fe and P were detected in concentrations, above the limit established by CONAMA 357/05.

Key words: Water supply, metals and íons.

INTRODUÇÃO

A crescente preocupação com o meio ambiente e o impacto das atividades antrópicas sobre este, têm exigido da Química Analítica o desenvolvimento de metodologias rápidas e eficientes para a detecção de metais tóxicos, pesticidas e outros poluentes químicos.

Entre os ecossistemas, os aquáticos acabam de uma forma ou de outra sendo o receptáculo temporário ou final de uma grande variedade e quantidade de poluentes. Nos centros urbanos, os despejos de efluentes industriais sem tratamento prévio e esgotos domésticos clandestinos são os principais responsáveis pela degradação dos recursos hídricos e dos mananciais (Marques, 1999).

Entre os diversos contaminantes, os metais têm contribuído de forma significativa para a poluição ambiental transformando-se numa perigosa classe de contaminantes, uma vez que a intervenção humana na geração e utilização, como subprodutos de atividades industriais, tem criado graves problemas, em escala local e global levando a um estresse da natureza, associado aos seus efeitos crônicos à saúde humana (Brayner, 1998).

Os metais são os elementos mais abundantes da natureza e muito presentes na forma solúvel ocorrendo em concentrações muito variáveis na crosta terrestre e na coluna d'água (Reimann *et al.*, 1998). Seus múltiplos usos para a humanidade remontam eras passadas. Muitos elementos são essenciais para a vida como o Cu, Co, Mn, Zn, Ni, porém outros como o Pb e Cd não possuem nenhuma função metabólica conhecida para os organismos até o presente momento (Andrade, 2005; Santos *et al.*, 2006).

Do ponto de vista ambiental e legal, os rios são classificados de acordo com o nível de qualidade que deve ser mantido em função dos usos previstos para suas águas, sendo as maiores exigências para as águas de reservas ecológicas e às que se destinam ao abastecimento público. A qualidade das águas na Bacia depende da natureza geológica do terreno, da cobertura vegetal e do uso e ocupação do solo (Lemes, 2001; Cotrim, 2006).

A legislação ambiental vigente – Resolução CONAMA n° 357/05 – classifica as águas do território brasileiro, de acordo com a sua salinidade e de diferentes usos a que se destinam. A Portaria n° 518/04 que: “Dispõe sobre procedimentos e responsabilidades inerentes ao controle e à vigilância da qualidade da água para consumo humano, estabelece as normas e o padrão de potabilidade da água para consumo humano”.

O estado de São Paulo é a unidade da federação mais populosa do Brasil. Mesmo reunindo 22% da população do país, está contemplado com somente 1,64% do potencial hídrico nacional. Esse fato se agrava na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), composta por 39 Municípios, que abriga 47% da população do estado, porém tem à disposição apenas 4% da água doce de São Paulo.

A região do Grande ABC, formada por sete Municípios (Santo André, São Bernardo, São Caetano, Diadema, Mauá, Ribeirão Pires e Rio Grande da Serra), é o conglomerado urbano mais importante após a Capital, sendo o terceiro pólo de consumo do país (2,18% do total nacional), superado apenas pela Capital (11,09%) e pelo Rio de Janeiro (5,82%) (Santo André, 2005).

* E-mail: mmarques@ipen.br

A escolha da Represa do Parque do Pedroso, no município de Santo André, como área de estudo justifica-se porque abrange uma região de área florestada, ainda com baixa densidade urbana e industrial, porém com grande potencial de avanço populacional, próximo a Favela Pintassilgo, e por ser uma reserva regional situada às margens da represa Billings, principal corpo aquático potabilizável pertencente à RMSP. Além disso, 5% da água potável do Município (8,4 milhões de litros de água) são captadas na represa do Parque Pedroso e tratadas na Estação de Tratamento de Água do Guarará, também no município de Santo André.

Avaliar a qualidade ambiental da captação superficial no manancial do Pedroso (na bacia da Represa Billings) e tratada na Estação de Tratamento de Água Guarará, pertencente ao Serviço Municipal de Saneamento Ambiental de Santo André – Semasa. Realizar um diagnóstico do sistema de captação quanto à contribuição de espécies químicas dissolvidas na coluna de água e após tratamento convencional, de modo a obter informações sobre a distribuição temporal da ocorrência e abundância das espécies químicas na área de captação de água superficial, destinadas ao abastecimento público no sistema de tratamento de água Guarará.

MATERIAL E MÉTODOS

Localização

Localizado aproximadamente entre as coordenadas geográficas 23° 36' a 23° 58' S e 46° 17' a 46° 37' W, a 18 km da capital do Estado – São Paulo, município de Santo André possui uma área total de 174,38 km². 55,13 % das quais estão inseridos em áreas de Proteção aos Mananciais e no Parque Estadual da Serra do Mar. A população do município é de 665.923 habitantes (IBGE 2004).

A população atendida pela rede de água é de 98% e pela rede de esgoto é de 96%. Extensão da rede de água em 2001: 1.723.765 m e de esgoto: 1.039.612 m. O Município compra água tratada da SABESP (96%) e o SEMASA trata 5% de toda água distribuída ao Município; da SABESP são 51.044.172 m³ e do SEMASA: 1.956.440 m³, cerca de 53.000.612 m³ de água tratada para o Município (Mindrisz, 2006).

Coleta das amostras

Tanto as amostras de água bruta como as amostras de água tratada foram coletadas na própria estação de tratamento de água. Foram analisadas 41 amostras de água tratada, no período de 06/2005 a 12/2006, e 23 amostras de água bruta, no período de 09/2005 a 12/2006, totalizando 64 amostras.

Para a determinação de metais, imediatamente após a coleta as amostras foram preservadas com HNO₃ 1:1, água pura até pH<2. As amostras foram coletadas em frascos de polietileno com capacidade de 250mL, previamente descontaminados, e preservadas sob refrigeração a 4°C.

Para a determinação de ânions, as amostras foram coletadas em frascos de polietileno com capacidade de 250mL, previamente descontaminados, e preservadas sob refrigeração a 4°C.

Após as coletas, as amostras foram encaminhadas aos laboratórios do CQMA – IPEN/CNEN-SP para análise.

As amostras foram filtradas em membranas de 0,45µm, e armazenadas a 4°C até análise.

Métodos analíticos

Todos os reagentes utilizados foram de grau analítico, de procedimento Merck ou similar. As soluções padrão multielementares, (para as análises de ICP-OES e AAS) contendo os elementos de interesse foram preparadas em meio ácido nítrico 5% (v/v), de acordo com padrão de referência com certificado de pureza (Merck) com concentração certificada de 1000 mg.L⁻¹. A solução padrão das espécies aniônicas contendo: NaCl, NaF, NaNO₃, Na₂SO₄, Na₃PO₄ foram preparadas com água pura (Sistema de purificação de água Milli-Q, Millipore).

As espécies iônicas NO₃⁻, SO₄²⁻, PO₄³⁻, F⁻, Cl⁻ foram determinadas por cromatografia de íons (CI). O equipamento utilizado foi um cromatografo de íons Dionex, DX-120, equipado com sistema supressor auto-regenerante e detector de condutividade.

Dos 28 metais analisados, 22 elementos (Ag, Al, B, Ba, Be, Co, Cr, Ca, Cu, Fe, K, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, Si, Sn, V e Zn) foram analisados por espectrometria de emissão com fonte de plasma induzido (ICP-OES). O equipamento utilizado foi Spectro Flame M 120 E – Spectro, com tocha axial, que dispõe de recursos em seu programa que possibilitam uma escolha criteriosa das linhas de emissão a serem utilizadas para cada elemento.

Os elementos Hg, Se, As, Sb, Pb, e Cd foram determinados por espectrometria de absorção atômica (AAS). Sendo os elementos Pb, Cd, Sb e Se determinados por forno de grafita, o Hg com atomização por geração de vapor frio e o As por geração de hidreto. O equipamento utilizado foi um Espectrômetro de Absorção Atômica AAnalyst 800 – Perkin Elmer.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As amostras de água tratada apresentaram distribuição para 16 dos 33 espécies químicas avaliadas, são elas: Ag, Al, Ba, Ca, Fe, K, Li, Mg, Na, P, Si, Zn e os ânions NO₃⁻, SO₄²⁻, F⁻, Cl⁻. Sendo que as espécies químicas Ca, Cl⁻, SO₄²⁻ e Si apresentaram concentrações maiores que 3,5 mgL⁻¹; as espécies F⁻, K, Mg, Na, NO₃⁻ apresentaram concentrações na faixa de 0,5 a 3,5 mgL⁻¹ e as demais espécies apresentaram concentrações menores que 0,5 mgL⁻¹. Nenhuma das espécies quantificadas apresentou um comportamento sazonal característico.

As amostras de água bruta apresentaram distribuição para 17 dos 33 espécies químicas avaliadas, são elas: Ag, Al, Ba, Ca, Fe, K, Li, Mg, Mn, Na, P, Si, Zn e os ânions NO_3^- , SO_4^{2-} , F^- , Cl^- . Sendo que as espécies químicas Ca, Cl^- , SO_4^{2-} e Si apresentaram concentrações maiores que $1,80 \text{ mgL}^{-1}$; as espécies K, Mg, Na, NO_3^- apresentaram concentrações na faixa de $0,25$ a $3,5 \text{ mgL}^{-1}$ e as demais espécies apresentaram concentrações menores que $1,0 \text{ mgL}^{-1}$. Das espécies quantificadas somente o Mn e o Ca apresentaram um comportamento sazonal característico, com concentrações menores no período de seca (inverno). Para as amostras de água bruta realizaram-se também análises de sólidos: totais (ST), fixos (SF) e voláteis (SV) os quais também não apresentaram um comportamento sazonal típico na sua distribuição temporal.

Entre as espécies químicas não quantificadas encontram-se metais muito tóxicos e relativamente acessíveis, tais como: As, Cd, Co, Cu, Hg, Ni, Pb, Sb, Se e Sn, segundo Lemes (2001).

Realizou-se um estudo descritivo com as determinações de pH, cor, turbidez e espécies químicas quantificadas nas amostras de água tratada e amostras de água bruta, sendo que esta última incluiu as determinações da série de sólidos (ST, SF, SV).

A Tabela 1 apresenta os valores mínimos e máximos, a média e o desvio padrão do pH, cor, Turbidez e das espécies químicas dissolvidas nas amostras de água tratada, bem como os limites estabelecidos pela Portaria nº518/MS/04. Nesta pode-se observar que as concentrações médias das espécies químicas quantificadas estão de acordo com os valores máximos permissíveis (VMP) controlados pela Portaria nº518/MS/04, indicando a ótima qualidade da produzida pela Estação de Tratamento. Sendo que algumas espécies apresentam valores com dezenas de vezes menores que os VMP, tais como Ba, Ca, Cl^- , Na, NO_3^- e SO_4^{2-} , e outras como o Zn apresenta valores centenas de vezes menores que os VMP.

Tabela 1 – Estatística descritiva do pH, cor, turbidez e das espécies químicas dissolvidas nas amostras de água tratada, bem como os limites estabelecidos pela Portaria nº518/MS/04.

Espécies químicas	Faixa de concentração	Média	Desvio Padrão	Portaria nº518/04	Número de amostras
pH	7,2-9,1	8,18	0,52	6,5-9,5	41
Cor (mgPt-CoL^{-1})	0	0	0	15	41
Turbidez (UT)	0,200-0,810	0,600	0,140	5,000	41
Ag (mgL^{-1})	0,003-0,083	0,011	0,021	-	41
Al (mgL^{-1})	0,003-0,182	0,059	0,036	0,200	41
Ba (mgL^{-1})	0,0001-0,145	0,013	0,022	0,700	41
Ca (mgL^{-1})	9,830-20,700	13,590	3,028	500,000	41
Cl^- (mgL^{-1})	6,470-11,400	8,567	1,019	250,000	41
F^- (mgL^{-1})	0,050-1,050	0,5950	0,207	1,500	41
Fe (mgL^{-1})	0,010-0,300	0,097	0,104	0,300	41
K (mgL^{-1})	0,266-1,430	0,579	0,268	-	41
Li (mgL^{-1})	0,001-0,002	0,002	0,0005	-	8
Mg (mgL^{-1})	0,825-1,890	1,352	0,228	-	41
Na (mgL^{-1})	0,599-3,220	2,312	0,760	200,000	41
NO_3^- (mgL^{-1})	0,05-1,870	0,754	0,048	10,000	41
P (mgL^{-1})	0,008-0,099	0,044	0,024	-	41
Si (mgL^{-1})	3,060-4,010	3,610	0,319	-	8
SO_4^{2-} (mgL^{-1})	2,500-15,100	7,807	2,680	250,000	41
Zn (mgL^{-1})	0,003-0,032	0,006	0,006	5,000	41

A Tabela 2 apresenta os valores mínimos e máximos, a média e o desvio padrão do pH, cor, Turbidez, da série de sólidos e das espécies químicas dissolvidas nas amostras de água bruta, bem como os limites estabelecidos pela Resolução CONAMA n° 357/05 para águas doces de Classe 1 e 2. Nesta pode-se observar que as concentrações médias das espécies químicas quantificadas estão menores que os valores máximos permissíveis (VMP) estabelecidos pela Resolução CONAMA n°357/05 para águas doces Classe 1 e 2, exceto para as espécies Ag, Al, Fe e , que apresentaram médias um pouco acima dos VMP. Algumas espécies apresentam valores com dezenas de vezes menores que os VMP, tais como Cl^- , F^- , NO_3^- e SO_4^{2-} . Estes valores indicam que a água Represa do Parque do Pedroso utilizada pela Estação de Tratamento de Água Guarará é boa qualidade.

Fez-se uma análise comparativa das espécies químicas determinadas nas amostras de água bruta e tratada para verificar quais espécies sofrem alterações no processo de tratamento da água, esta mostrou que os elementos Al, Fe e Mn apresentam uma redução significativa após o tratamento da água, enquanto, as espécies Ca, Cl^- , F^- e SO_4^{2-} apresentaram uma aumento significativo nas suas concentrações. Provavelmente, o aumento das concentrações destas espécies se deve aos insumos utilizados no processo de tratamento da água.

Tabela 2 – Estatística descritiva do pH, cor, Turbidez, da série de sólidos e das espécies químicas dissolvidas nas amostras de água bruta, bem como os limites estabelecidos pela Resolução CONAMA n° 357/05.

Espécies químicas	Faixa de concentração	Média	Desvio Padrão	CONAMA n° 357/05*	Número de amostras
pH	6,1-7,2	6,6	0,24	6,0-9,0	23
Cor (mg PtL ⁻¹)	40-70	68,3	6,50	75	23
Turbidez (UNT)	9,5-61	21,0	12,29	100	23
ST (mgL ⁻¹)	33-118	74,214	28,364		23
SF (mgL ⁻¹)	1-87	36,750	24,733		23
SV (mgL ⁻¹)	3-70	37,643	24,681		23
Ag (mgL ⁻¹)	0,003-0,083	0,016	0,027	0,010	23
Al (mgL ⁻¹)	0,016-0,470	0,118	0,104	0,100	23
Ba (mgL ⁻¹)	0,0001-0,025	0,016	0,057	0,700	23
Ca (mgL ⁻¹)	2,940-14,300	5,331	2,303	-	23
Cl ⁻ (mgL ⁻¹)	3,190-4,340	3,766	0,311	250,000	23
F ⁻ (mgL ⁻¹)	0,025-0,240	0,068	0,048	1,400	23
Fe (mgL ⁻¹)	0,121-0,958	0,422	0,050	0,300	23
K (mgL ⁻¹)	0,252-1,360	0,647	0,324	-	23
Li (mgL ⁻¹)	0,001-0,002	0,002	0,0005	2,500	8
Mg (mgL ⁻¹)	1,110-1,930	1,454	0,243	-	23
Mn (mgL ⁻¹)	0,002-0,227	0,031	0,047	0,100-	8
Na (mgL ⁻¹)	0,569-3,180	1,780	0,850	-	23
NO ₃ ⁻ (mgL ⁻¹)	0,500-3,050	0,939	0,048	10,000/N**	23
P (mgL ⁻¹)	0,007-0,087	0,034	0,026	0,020***	23
Si (mgL ⁻¹)	3,220-4,340	3,855	0,334	-	8
SO ₄ ²⁻ (mgL ⁻¹)	1,810-4,470	2,897	0,611	250	23
Zn (mgL ⁻¹)	0,003-0,014	0,005	0,003	0,18	23

*Valores máximos permitíveis para águas doces Classe 1 e 2. **Valores máximos NO₃⁻ 27,170mgL⁻¹. ***Valores máximos para ambiente lêntico.

CONCLUSÃO

O tratamento realizado na ETA de Guarará pela SEMASA mostrou-se eficiente com relação as espécies químicas determinadas, pois estas apresentaram valores abaixo dos valores máximos permitível pela Portaria n°518/04. Inclusive as espécies Ag, Al, Fé e P total que apresentaram médias um pouco acima do valor máximo permitido pela Resolução CONAMA n° 357/05 nas amostras de água bruta. A água bruta apresentou boa qualidade, em relação às espécies analisadas.

Sendo que as concentrações do Fe e Al são significativamente reduzidas após o tratamento da água. O aumento significativo das concentrações das espécies Ca, Cl⁻, F⁻, SO₄²⁻ são provenientes dos insumos utilizados no tratamento da água.

AGRADECIMENTOS FAPESP projeto PIPEn°04/02506-0, SEMASA

REFERÊNCIAS

- Andrade, C.F.F. 2005. *Avaliação in situ da especiação de metais traço no estuário da lagoa dos Patos utilizando o sistema DGT*. Dissertação de Mestrado, Curso de Pós Graduação em Oceanografia Física-química-Geológica Fundação Universidade Federal de Rio Grande.
- Brayner, F.M.N. 1998. *Determinação de taxas de retenção de metais-traço por sedimentos orgânicos em um viveiro de piscicultura em área estuarina e urbana*. Tese de Doutorado, Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo.
- Cotrin, M.E.B. 2006. *Avaliação da qualidade da água na bacia hidrográfica do ribeira de iguape com vistas ao abastecimento público*. Tese de Doutorado, Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, São Paulo.
- Lemes, M.J.L. 2001. *Avaliação de metais e elementos-traço em águas e sedimentos das bacias hidrográficas dos rios Mogi-Guaçu e Pardo, São Paulo*. Dissertação de Mestrado, Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, São Paulo.
- Marques, M.N. 1999. *Cromatografia de íons aplicada na especiação de cromo hexavalente em amostras de interesse ambiental*. Dissertação de Mestrado, Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, São Paulo.
- Mindrisz, A.C. 2006 *Avaliação da contaminação da água subterrânea de poços tubulares por combustíveis fósseis no município de Santo André, São Paulo. Uma contribuição à gestão ambiental*. Tese de Doutorado, Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, São Paulo.
- Reimann, C. e Caritat, P. *Chemical Elements in the Environment*. Verlag Berlin Heidelberg: Springer. 1998. 381 Pp.
- Santos, D.M.; Bossini, J.A.T; Preussler, K.H.; Vasconcelos, E.C. 2006. *Avaliação de metais pesados na Baía de Paranaguá, PR, Brasil sob influência das atividades antrópicas*. J. Brás. Ecotoxicol., v.1, n2, 157-160.
- Santo André. **Dados da Cidade**. Disponível em <<http://www.santoandre.sp.gov.br>> Acesso em: 13/07/2005