

CAPÍTULO 24

ANÁLISE CRÍTICA DA RESOLUÇÃO CONAMA N° 357 À LUZ DA DIRETIVA QUADRO DA ÁGUA DA UNIÃO EUROPEIA: ESTUDO DE CASO (REPRESA DO GUARAPIRANGA - SÃO PAULO, BRASIL)

Sheila Cardoso da Silva¹, Carolina Fiorillo Mariani² & Marcelo Pompêo²

1 - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Campus de Sorocaba, Sorocaba, Brasil. 2 - Departamento de Ecologia, Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil.
E-mail: sheilacardoso@usp.br

RESUMO

O enquadramento dos corpos d'água é um instrumento de gestão dos recursos hídrico que expressa o nível de classe da água, a ser alcançado ou mantido ao longo do tempo, com o propósito de assegurar às águas qualidade compatível com os usos a que forem destinadas. A resolução CONAMA n° 357/05 classifica os corpos de água e dá as diretrizes ambientais para o seu enquadramento. Este trabalho teve como objetivo discutir a qualidade da água da represa Guarapiranga de acordo com os padrões estabelecidos pela resolução CONAMA n° 357/05 e efetuar uma análise crítica da referida legislação e do modelo de gestão aplicado ao corpo hídrico ora em voga, utilizando como referência a Diretiva Quadro da Água (DQA)- o modelo de gestão de recursos hídricos europeu. Foram efetuadas duas coletas de água superficial ao longo da represa Guarapiranga. De um total de nove variáveis analisadas, cinco delas: clorofila-a, fósforo total, oxigênio dissolvido, cádmio e zinco totais apresentaram não conformidade com a resolução CONAMA n° 357/05, em algum momento ou localidade. Tais dados indicam a necessidade de investimentos para o alcance da meta estabelecida para este reservatório. As metas de qualidade de água precisam estar integradas a um conjunto de medidas que visem a qualidade ambiental e que combinem investimento para a redução de carga orgânica poluidora, proteção e recuperação das margens do corpo hídrico, incentivos para a preservação e educação ambiental. Apesar de ter apresentado avanços em relação à legislação anterior (CONAMA n° 20/86) a Resolução CONAMA n° 357/05 e o sistema de gestão brasileiro como um todo necessitam considerar com vigor as questões ecológicas no processo de gestão dos recursos hídricos. Neste sentido a inclusão de alguns conceitos estabelecidos pela DQA, é uma alternativa promissora para uma gestão sustentável dos ecossistemas aquáticos.

1 INTRODUÇÃO

O enquadramento dos corpos hídricos em classes é um dos cinco instrumentos de gestão de recursos hídricos elencados na Lei Federal n° 9433/97, que instituiu a Política Nacional dos Recursos Hídricos. Este instrumento específico tem o propósito de assegurar às águas qualidade compatível com os usos mais exigentes a que forem destinadas e diminuir os custos de combate à poluição das águas, mediante ações preventivas permanentes. O enquadramento expressa o nível de classe da água a ser alcançado ou mantido ao longo do tempo.

Para que a aplicação do enquadramento seja efetiva é preciso que se avaliem os usos, que são feitos e que se pretende fazer, das águas na bacia hidrográfica na qual o corpo d'água está inserido, e então executar políticas públicas e investimentos financeiros para que as metas sejam alcançadas. A Resolução CONAMA n° 357/05 classifica os corpos de água em treze classes, segundo usos e salinidade, e dá as diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluente. De acordo com a resolução CONAMA n° 357/05, as águas doces superficiais são classificadas em cinco classes, segundo seus usos preponderantes, do mais restritivo, a classe especial, ao mais permissivo, a classe 4.

O reservatório Guarapiranga, objeto do presente estudo, foi enquadrado pelo anexo do Decreto Estadual n° 10.755/77 como classe 1. As águas doces classe 1 (CONAMA n° 357/05) são destinadas: a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado; b) à proteção das comunidades aquáticas; c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA n° 274/2000; d) à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; e) à proteção das comunidades aquáticas em áreas indígenas.

Hoje a represa Guarapiranga é o segundo maior reservatório de água da região metropolitana de São Paulo, abastecendo cerca de 3,7 milhões de pessoas (WHATELY; CUNHA, 2006) de diversos municípios, além de ser utilizada também como área de lazer. No entanto, o intenso crescimento urbano observado desde a década de sessenta causou significativo acréscimo da carga orgânica ao reservatório Guarapiranga, acelerando o processo de eutrofização (ANA, 2005) e tornando as florações de algas mais frequentes. Aliado a isso, atividades como loteamentos, ocupações irregulares (SEMA, 1997; WHATELY; CUNHA, 2006) e ausência de saneamento básico vêm contribuindo para a degradação dos recursos hídricos da represa.

Neste contexto, este trabalho teve como objetivo discutir a qualidade da água da represa Guarapiranga de acordo com os padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA n° 357/05 e pelo enquadramento definido pelo Decreto Estadual n° 10.755/77, além de expor algumas questões de uso e ocupação do entorno que contribuem para o cenário observado. Também foi objetivo deste trabalho fazer uma análise crítica da referida legislação e do modelo de gestão aplicado ao corpo hídrico ora em voga, utilizando como referência a Diretiva Quadro da Água (DQA)- modelo de gerenciamento de recursos hídricos estabelecido pela União Europeia (EC, 2000).

2 MATERIAL E MÉTODOS

A Bacia da Guarapiranga está localizada nos municípios de São Paulo, Embu, Embu-Guaçu, Itapeverica da Serra, além de pequenas parcelas do território de Cotia, São Lourenço da Serra e Juquitiba (SABESP, 2010), com área total de 630 km². A região da Bacia hidrográfica da Guarapiranga apresenta drenagem dendrítica, é formada por terrenos cristalinos e sedimentares (AB'SABER, 1957). Cerca de 36,9% da área ocupada pela bacia é de vegetação remanescente de mata atlântica (WHATELY; CUNHA, 2006). As temperaturas médias na região da Bacia da Guarapiranga são de 17,5 C° e a precipitação anual média é de 1400 mm (SANTO; PAULO, 1985).

O reservatório Guarapiranga é considerado polimítico (MAIER, 1985), isto é, sofre circulação vertical da água em diversos eventos ao longo do ano. De acordo com classificação de Straškraba e Tundisi (2000), este é um reservatório pequeno, uma vez que possui volume máximo de 197,66 km³ e área de 33,83 km² (CBDB, 2011). A profundidade máxima da represa Guarapiranga é de 13 m

(MAIER; TAKINO, 1985), o tempo de retenção médio da água varia entre 110 e 143 dias (CETESB, 1992 apud BEYRUTH, 1996) e a vazão é de $14 \text{ m}^3/\text{s}$ (SABESP, 2010), o que equivale a 1,2 bilhão de litros de água por dia, empregados no abastecimento público. A Figura 1 apresenta a localização da represa Guarapiranga no Estado de São Paulo e na Região Metropolitana de São Paulo, além dos pontos de amostragem realizados.

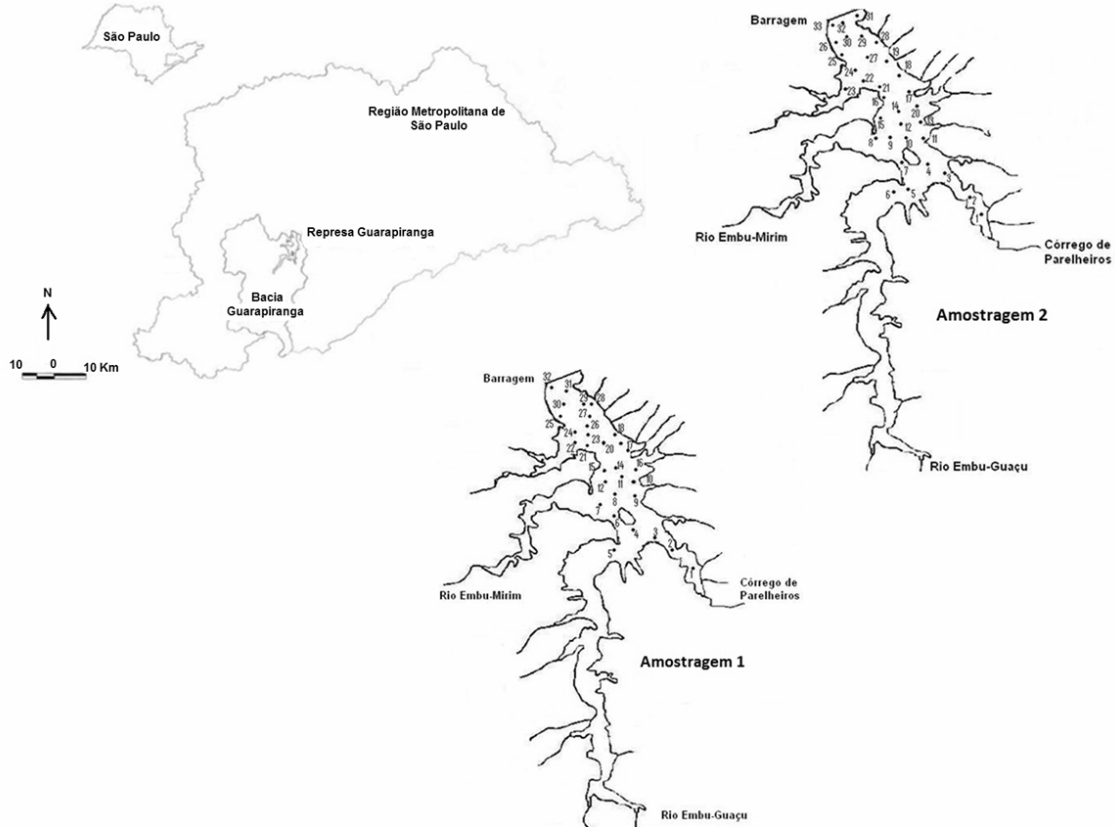


Figura 1: Localização espacial da Represa Guarapiranga no estado de São Paulo e na Região Metropolitana de São Paulo (modificado de WHATELY; CUNHA, 2006); principais tributários da Represa Guarapiranga (modificado de ROCHA, 1976) e os 33 pontos onde foram coletadas amostras de água na campanha de Amostragem 1 (01/09/2006) e Amostragem 2 (10/04/2007).

Neste trabalho foram analisadas variáveis limnológicas, em duas épocas do ano - setembro de 2006 e abril de 2007, em 33 pontos distribuídos ao longo da represa Guarapiranga. Os pontos de amostragem foram georeferenciados com sistema de coordenadas UTM, Datum Sad69 e meridiano central $45^{\circ}00'$, por GPS modelo Garmin 72.

As amostras de água superficial foram coletadas e armazenadas em garrafas de polietileno e mantidas sob refrigeração e no escuro até o processamento em laboratório. Foram obtidos *in situ* os dados de pH e oxigênio dissolvido por meio de sonda multiparâmetro. O oxigênio dissolvido foi obtido apenas na segunda amostragem. Em laboratório foram determinados os teores de sólidos totais, clorofila-a, fósforo total e os metais totais: cádmio, níquel, zinco e chumbo. Os métodos e as variáveis analisadas estão descritos em tabela (Tabela 1).

Os valores obtidos, para as variáveis analisadas, foram comparados com os padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA n° 357/05 (Tabela 2). Foram utilizadas as cores azul, verde, amarelo e vermelho para designar as classes um, dois, três e quatro respectivamente.

3 RESULTADOS

Com base na Resolução CONAMA n° 357/05 os parâmetros fósforo total, clorofila-a, cádmio total, zinco total e oxigênio dissolvido apresentaram não conformidade com os padrões estabelecidos para os corpos d'água enquadrados na classe 1, nas águas superficiais do reservatório

Guarapiranga. Apenas as variáveis: pH, sólidos totais, níquel e chumbo totais estiveram em conformidade com a classe 1.

Tabela 1: Variáveis, métodos empregados, equipamentos, limite de detecção e respectivas referências utilizadas

Variáveis	Método utilizado	Limite de detecção	Equipamentos	Referência
pH	Sonda Multiparâmetros	-	YSI 63	-
Oxigênio dissolvido (mg/L)	Oxímetro	-	HI 9142	-
Fósforo Total (µg/L)	Espectrofotométrico	10 µg/L	Micronal B572	Valderrama (1981)
Clorofila-a (µg/L)	Espectrofotométrico	-	Micronal B572	Lorenzen (1967)
Sólidos totais (mg/L)	Gravimetria	-	-	Wetzel & Likens (1990)
Cádmio total (mg/L)	ICP-AES	0,0001 mg/L	Spectroflame*	APHA (1998)
Zinco total (mg/L)	ICP-AES	0,02 mg/L	Spectroflame*	APHA (1998)
Níquel total (mg/L)	ICP-AES	0,0004 mg/L	Spectroflame*	APHA (1998)
Chumbo total (mg/L)	ICP-AES	0,1218 mg/L	Spectroflame*	APHA (1998)

* - da Spectro.

Tabela 2: Padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA n° 357/05 para corpos hídricos de água doce nas respectivas classes, para as variáveis analisada no presente estudo. NE: valor não especificado

Variáveis	Padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA n° 357/05*			
	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4
pH	Entre 6 e 9	Entre 6 e 9	Entre 6 e 9	Entre 6 e 9
Oxigênio dissolvido (em qualquer amostra)	6 mg/L	5 mg/L	4 mg/L	> 2 mg/L
Fósforo Total	0,025 mg/L	0,050mg/L	0,075mg/L	NE
Clorofila-a * ¹	10 µg/L	30 µg/L	60 µg/L	NE
Sólidos totais * ¹	500 mg/L	500 mg/L	500 mg/L	NE
Cádmio total * ¹	0,001 mg/L	0,001 mg/L	0,01 mg/L	NE
Zinco total * ¹	0,18 mg/L	0,18 mg/L	5 mg/L	NE
Níquel total * ¹	0,025 mg/L	0,025 mg/L	0,025 mg/L	NE
Chumbo total * ¹	0,01 mg/L	0,01 mg/L	0,033 mg/L	NE

* Nas águas de classe especial deverão ser mantidas as condições naturais do corpo de água. *¹ Valor máximo.

O fósforo total esteve acima do padrão estabelecido (Classe 1 - 25 µg/L) na primeira campanha em 10 dos 32 pontos de amostragem (Tabela 3). Na segunda campanha apenas seis pontos, localizados na porção mais a montante da represa, estiveram em conformidade com os padrões estabelecidos para a classe 1 para a variável fósforo total (Tabela 3).

Na primeira campanha 14 pontos estiveram em não conformidade com o padrão estabelecido para as concentrações de clorofila-a para corpos hídricos classe 1 (Tabela 3) enquanto na segunda campanha este número foi de 19 (Tabela 3). Os pontos 1 e 2 apresentaram na segunda campanha concentrações de corpos d'água classe 4 (68,7 µg/L) e 3 (39,8 µg/L) respectivamente. As concentrações de oxigênio dissolvido não estiveram em conformidade com a Resolução CONAMA n° 357/05 para a classe 1 em 15 dos 33 pontos analisados (Tabela 3).

As concentrações de cádmio estiveram dentro dos limites estabelecidos para os corpos d'água enquadrados na classe 1 e 2 (0,001 mg/L) apenas na primeira campanha. Na segunda amostragem todos os pontos não apresentaram conformidade com a Resolução CONAMA n° 357/05, a amplitude de variação foi de 0,002 a 0,007 mg/L, (Tabela 3). As concentrações de zinco total estiveram em não conformidade com o padrão estabelecido para os corpos d'água classe 1 (0,18 mg/L) apenas nos pontos 5 (0,34 mg/L) e 27 (0,19 mg/L) na primeira amostragem.

Tabela 3: Distribuição de fósforo total, clorofila-a, oxigênio dissolvido e cádmio total nas águas superficiais do reservatório e sua classificação de acordo com a resolução CONAMA n° 357/05. Campanha 1, efetuada em 01 de setembro de 2006 e campanha 2 efetuadas em 10 de abril de 2007

Pontos	PT(µg/L)		Cla (µg/L)		OD (mg/L)	Cd (mg/L)
	Campanha 1	Campanha 2	Campanha 1	Campanha 2	Campanha 2	Campanha 2
1	134,3	318,4	2,9	68,7	3,9	0,005
2	99,1	71,0	*	39,8	5,0	0,003
3	42,9	23,1	*	16,9	4,7	0,002
4	23,3	18,6	2,7	18,8	5,0	0,002
5	12,7	14,8	0,9	7,3	5,3	0,003
6	23,7	13,6	*	5,0	6,3	0,002
7	30,7	26,7	*	10,3	5,0	0,002
8	19,2	32,6	0,9	18,8	6,0	0,003
9	20,8	26,5	*	16,9	5,4	0,003
10	23,7	22,9	*	10,1	5,2	0,006
11	25,7	26,9	*	12,8	5,7	0,005
12	26,1	24,5	*	15,6	6,0	0,006
13	25,9	29,3	*	18,8	5,8	0,005
14	23,1	27,5	22,0	*	5,4	0,003
15	24,9	27,1	*	6,4	5,0	0,003
16	16,6	25,7	*	18,8	5,1	0,005
17	24,9	28,3	14,6	15,6	5,8	0,002
18	17,6	28,5	23,3	24,3	6,0	0,006
19	10,7	25,1	11,4	0,0	6,8	0,005
20	23,3	27,9	28,4	12,4	5,5	0,004
21	33,4	28,5	29,7	13,7	5,1	0,005
22	24,5	27,7	37,1	10,1	6,0	0,006
23	28,7	35,4	15,1	16,0	6,2	0,007
24	29,9	27,1	*	*	7,0	0,005
25	25,7	27,3	35,7	3,2	6,2	0,004
26	23,5	27,9	7,3	*	5,7	0,004
27	23,3	27,7	37,1	*	7,2	0,005
28	12,7	26,7	14,2	14,6	6,9	0,005
29	19,2	26,3	33,9	17,8	7,5	0,005
30	27,9	29,3	40,3	*	7,2	0,003
31	24,1	27,7	31,6	3,2	7,1	0,005
32	24,7	28,3	31,1	22,4	7,1	0,005
33	-	26,5	-	19,2	7,6	0,003

Legenda: ■ Classe 1 ■ Classe 2 ■ Classe 3 ■ Classe 4

4 DISCUSSÃO

O enquadramento dos corpos de água deve estar baseado não necessariamente no seu estado atual, mas nos níveis de qualidade que deveriam possuir para atender às necessidades dos usos a que são destinadas. No caso de não atendimento dos padrões de qualidade de água estabelecidos, as classes nas quais os corpos hídricos são enquadrados devem ser entendidas como metas a serem atingidas. Assim, no presente estudo, os dados analisados com valores fora dos padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA n° 357/05, mostram que a meta estabelecida (Classe 1) ainda não foi atingida e apontam para a necessidade da tomada de medidas para que a mesma seja alcançada.

As concentrações de fósforo total, clorofila-a e oxigênio dissolvido, em não conformidade com o estabelecido pela legislação vigente, sugerem a grande descarga de efluentes sem tratamento na bacia Guarapiranga. Este resultado aponta para a necessidade do controle da ocupação urbana na área e da implantação de medidas apropriadas de saneamento básico, em particular a coleta e o efetivo tratamento dos esgotos domésticos e industriais.

Embora a qualidade da água para abastecimento público esteja diretamente associada a medidas de saneamento básico, a política das águas do Brasil até o momento não privilegiou ações em direção para a efetiva coleta e tratamento dos esgotos (MACHADO, 2003). As consequências

causadas pela falta de tratamento dos efluentes, além dos problemas econômicos e de saúde pública como aumento nos custos para tratamento da água bruta, floração de microorganismos potencialmente tóxicos, como as cianobactérias, e doenças de veiculação hídrica, traz sérias implicações para a saúde do meio ambiente, entre elas a perda da biodiversidade. De acordo com dados da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB, 2008), medidas de saneamento básico estão sendo executadas pela segunda fase do projeto Tietê na bacia do Guarapiranga, entretanto, caso a ocupação irregular não seja controlada a entrada de efluentes sem tratamento continuará, e a meta para corpos d'água classe 1 não será atingida.

Em relação aos teores de clorofila-a observou-se que os valores obtidos foram provavelmente inferiores ao real potencial produtivo do sistema, devido ao manejo efetuado na represa pela Sabesp (Companhia de Saneamento e Abastecimento do Estado de São Paulo) para o controle da floração de algas. O controle é feito por meio da aplicação de algicidas como o sulfato de cobre e peróxido de hidrogênio, medidas estas que reduzem as concentrações de clorofila-a; sem o controle de algas, os valores de clorofila-a no reservatório Guarapiranga poderiam ser correspondentes a classes de uso menos nobres.

Apesar de a aplicação de sulfato de cobre aparentemente contribuir para uma melhora na qualidade da água, esta é apenas uma medida paliativa e que pode surtir efeito inverso àquele esperado, por estimular o crescimento de alguns grupos de cianobactérias potencialmente tóxicas (GARCIA VILLADA et al., 2004); além disso, as aplicações deste algicida chegaram à ordem de 50 toneladas ao mês no reservatório Guarapiranga no ano de 2007 (CETESB, 2008). Ainda de acordo com dados da CETESB (2007, 2008) a represa Guarapiranga apresentou concentrações de cobre dissolvido, em todos os meses dos anos de 2006 e 2007, acima do limite máximo estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05 (0,009 mg/l para classe 1). Há também registros de concentrações de cobre no sedimento da represa Guarapiranga acima de 2900 mg Cu por kg de sedimento (PADIAL, 2008), representando cerca de 14 vezes o teor considerado tóxico pela Agência Ambiental Canadense (PEL – Probably Effect Level, CCME, 1999) e até 160 vezes acima do valor de referência regional (VRR). Visando controlar o crescimento de algas, o ideal seria que fosse limitada a entrada de nutrientes no reservatório, porém isto só seria possível com investimentos expressivos no setor de saneamento.

Em relação às concentrações de cádmio, os valores observados acima dos padrões estabelecidos pela legislação (Resolução CONAMA nº 357/05) apontam para a atividade antrópica na bacia. É preciso que atenção seja dada a este fato, uma vez que alguns metais tendem à bioacumulação e o cádmio, particularmente, é metal nocivo tanto ao homem quanto aos organismos aquáticos. De acordo com dados de Padial (2008), os teores de cádmio encontrados no sedimento da Guarapiranga podem atingir valores da ordem de 14 vezes a concentração tóxica potencial (PEL) (CCME, 1999) excedendo até 100 vezes o valor de referência regional (VRR). Além disso, os padrões estabelecidos para o cádmio, nas classes 1 e 2 na Resolução CONAMA nº 357/05, não permitem o atendimento à proteção de comunidades aquáticas contra efeitos crônicos, de acordo com os valores referência estabelecidos pela United States Environmental Protection Agency (US EPA). Assim, além dos valores encontrados para o cádmio ainda não terem atingido a meta estabelecida para os corpos hídricos classe 1, estes valores não cumprem o atendimento às comunidades aquáticas. Além do mais, os padrões referenciados na resolução CONAMA nº 357/05 são estabelecidos para todo o país e as diferentes regiões apresentam características distintas. A lista de padrões deveria ser estabelecida por localidade - bacia hidrográfica ou ecoregiões.

No contexto de gestão ambiental, no qual a Resolução CONAMA nº 357/05 se insere, posto que é instrumento de avaliação de qualidade de água, apesar dos avanços, o atual modelo brasileiro não prioriza a proteção dos ecossistemas aquáticos, e sim impõe padrões generalistas que não necessariamente refletem particularidades regionais. Em contraponto, outros modelos adotados em outros lugares no mundo contemplam essa estratégia. Como exemplo, o modelo de gestão utilizado pela União Europeia, a Diretiva Quadro Água (DQA), a gestão está atrelada à qualidade ecológica (INAG, 2006). A DQA foi promulgada pela União Europeia com o intuito de garantir a gestão e a proteção sustentável dos recursos hídricos (EC, 2000). A União Europeia fornece as diretrizes gerais

e os estados membros, adequam as metas estabelecidas às suas respectivas realidades locais (ACREMAN; FERGUSON, 2010). A DQA estabelece o critério de estados ecológicos e os Estados são que definem o que é estado ecológico excelente, bom, razoável, medíocre ou ruim em suas localidades (EC, 2000). Esta é uma vantagem, pois os corpos d'água apresentam características distintas, devido às condições geológicas, ambientais, sociais e econômicas locais. Desta forma, a DQA considera os caracteres, geológicos, hidrológicos, químicos e biológicos no estabelecimento dos critérios ecológicos.

Caso tal proposta fosse feita e aprovada seria conveniente, a exemplo da DQA, a fixação de prazos para o alcance de objetivos finais. Embora o instrumento brasileiro de enquadramento apresente a idéia de metas progressivas, não são estipulados prazos para o alcance dos objetivos finais. A tomada de medidas punitivas de alto custo econômico tem colaborado para o cumprimento das metas estabelecidas pela legislação Europeia (mecanismo comando-controle), o mesmo podendo ser seguido pela legislação brasileira.

Camargo (2006) salienta que a inclusão de alguns dos conceitos estabelecidos pela DQA permitiria que o estudo da água passasse a ser avaliado através de uma abordagem ecológica para a gestão sustentável dos ecossistemas aquáticos e não apenas para o consumo humano. Embora se apresente ambicioso o modelo de gestão da comunidade Europeia parece que apresentará resultados promissores por abordar justamente a questão ecológica.

A proposta não é copiar modelos estabelecidos em outros países, pois é fato que no Brasil ainda há problemas de primeira ordem para serem resolvidos, como o é o caso do saneamento básico. Para uma explicação mais completa sobre a adequação da Diretiva Quadro da Água ao Brasil vide Cardoso-Silva et al. (2013). No caso específico da represa Guarapiranga, a aplicação da Resolução CONAMA nº 357/05 precisa estar inserida em um contexto maior de gestão de modo a reverter o processo de degradação verificado; as metas de qualidade de água precisam estar integradas a um conjunto de medidas que visem à qualidade ambiental em um sentido amplo, e que combinem investimento para a redução de carga orgânica poluidora (saneamento básico), proteção e recuperação das margens, incentivos para a preservação ambiental e educação ambiental da sociedade.

Vale ressaltar que o fato de que as novas ideias sobre gestão de recursos hídricos não tenham ainda transformado substancialmente a administração pública da maioria dos estados e municípios, ou os comportamentos individuais, não significa que elas sejam ineficazes (MACHADO, 2003). O modelo brasileiro de gestão dos recursos hídricos apresenta muitas ideias promitentes, mas pode ser aperfeiçoado, no sentido de objetivar a qualidade ecológica, e observar as peculiaridades regionais condicionadas por padrões geomorfológicos, por exemplo.

5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

De um total de nove variáveis analisadas no reservatório Guarapiranga, cinco delas: clorofila-a, fósforo total, oxigênio dissolvido, cádmio total e zinco total apresentaram não conformidade com a resolução CONAMA nº 357/05, em algum momento ou localidade. Tais dados indicam a necessidade de investimentos para o alcance da meta estabelecida para os corpos hídricos classe 1. Os teores de clorofila-a, fósforo total e oxigênio dissolvido, acima do recomendado pela legislação vigente são o reflexo da grande descarga de efluentes sem tratamento na Bacia Guarapiranga. Isto aponta para a necessidade da tomada de medidas que visem reduzir os aportes de nutrientes ao reservatório, através de obras de saneamento básico, proteção da vegetação das margens e controle da ocupação irregular no entorno. Soma-se o fato de o teor de clorofila não refletir sua potencialidade máxima, pois o manejo com aplicações de algicidas (sulfato de cobre e peróxido de hidrogênio) controlam um maior crescimento fitoplanctônico.

As concentrações totais de cádmio além de não estarem em conformidade com os padrões de qualidade estabelecidos para corpos d'água classe 1, não seguem os valores de referência estipulados pela US EPA para proteção da vida aquática, sendo conveniente a verificação destes valores para fins de qualidade de água.

Apesar de apresentar avanços, a Resolução CONAMA n° 357/05 e o sistema de gestão brasileiro, como um todo, necessitam considerar com vigor as questões ecológicas no processo de gestão dos recursos hídricos. Neste sentido, a inclusão de alguns conceitos estabelecidos pela Diretiva Quadro da Água, aplicada pela União Europeia, é uma alternativa promissora para uma gestão sustentável dos ecossistemas aquáticos. Desta forma, seria possível garantir a sustentabilidade dos recursos hídricos às gerações futuras.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a FAPESP (Processos n. 2006/51705-0 e 2009/16652-1).

REFERÊNCIAS

- AB'SABER, A. N. **Geomorfologia do sítio urbano de São Paulo**. 1957. 343 f. Tese (Doutorado). Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, USP, São Paulo, 1957.
- ACREMAN, M. C.; FERGUSON, J. D. Environmental flows and the European Water Framework Directive. **Freshwater Biology**, v. 55, p.32-48, 2010.
- ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil). **Panorama da qualidade das águas superficiais no Brasil**. Brasília: ANA/MMA, 2005. 179p.
- APHA. AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. Whashington: American Public Health Association, 1998.
- BEYRUTH, Z. **Comunidade fitoplanctônica da represa de Guarapiranga: 1991-92**. Aspectos ecológicos, sanitários e subsídios para reabilitação da qualidade ambiental. 276 f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.
- BRASIL. Lei n° 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 1997.
- CAMARGO, A. F.M. Eventos científicos: 1ª Oficina Nacional de biomonitoramento de ambientes aquáticos. **Boletim da Sociedade Brasileira de Limnologia**. v.1, n. 35, p.28-30, 2006.
- CARDOSO-SILVA, S.; FERREIRA, T. & POMPÊO, M. Diretiva quadro da água: uma revisão crítica e a possibilidade de aplicação ao Brasil. **Ambiente & Sociedade**, v. 16, n. 1 , p. 39-58, 2013.
- CBDB. COMITÊ BRASILEIRO DE BARRAGENS. Disponível em: <http://www.cbdb.org.br/site/bdados.asp?str_cod=204>. Acesso em: 27 jul. 2011.
- CCME. CANADIAN COUNCIL OF MINISTERS OF THE ENVIRONMENT. **Protocol for the derivation of canadian sediment quality guidelines for the protection of aquatic life**. Winnipeg: Canadian sediment quality guidelines for the protection of aquatic life, 1999. 35 p. (CCME EPC, 98E).
- CETESB. COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. **Relatório de qualidade das águas interiores do estado de São Paulo 2006**. São Paulo: CETESB, Secretaria de Estado do Meio Ambiente, 2007. p.327.
- CETESB. COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. **Relatório de qualidade das águas interiores do estado de São Paulo 2007**. São Paulo: CETESB, Secretaria de Estado do Meio Ambiente, 2008. p.536.
- EC. EUROPEAN COMMISSION DIRECTIVE. Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000. Brussel: Community Action in the Field of Water Policy, 2000.
- GARCIA-VILLADA, L.; RICO, M.; ALTAMIRANO, M.; SANCHEZ-MARTIN, L.; LOPEZ-RODAS, V.; COSTAS, E. Occurrence of copper resistant mutants in the toxic cyanobacteria *Microcystis aeruginosa*: characterisation and future implications in the use of copper sulphate as algacide **Water Research**, v 38, p.2207–2213, 2004.
- INAG. INSTITUTO DA ÁGUA (Portugal). **Implementação da Directiva Quadro da Água: 2000-2005**. Lisboa: INAG, 2006. 16p.

- LORENZEN, C. J. Determination of chlorophyll and pheo-pigments: spectrophotometric equations. **Limnology and Oceanography**, v 12, p. 343-346, 1967.
- MACHADO, C. J. S. Recursos hídricos no Brasil: limites, alternativas e desafios. **Ambiente e Sociedade**, v. 6 n. 2, 2003.
- MAIER, M. H. Limnologia de reservatórios do sudoeste do estado de São Paulo, Brasil. II Circulação e estratificação da água. **Boletim do Instituto de Pesca**, v.12, n. 1, p.11-43, 1985.
- MAIER, M. H.; TAKINO, M. Limnologia de reservatórios do sudoeste do estado de São Paulo, Brasil. III - Qualidade da água. **Boletim do Instituto de Pesca**, v.12, n. 1, p.45-73, 1985
- SABESP. Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. Disponível em: <<http://www.sabesp.com.br>>. Acesso em: 01 Out. 2010.
- SANTO , L. E. ; PAULO, M. S. Limnologia de reservatórios do sudeste do estado de São Paulo. I. Climatologia. **Boletim do Instituto de Pesca**, v.12, n.1, p.1-10, 1985.
- TUNDISI, J. G. **Produção primária, “standing stock” e fracionamento do fitoplankton na região lagunar de Cananéia**. 1969. 131 f. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1969.
- VALDERRAMA, J. C. The simultaneous analysis of total nitrogen and phosphorus in natural waters. **Marine Chemistry**, v.10, p.109-122, 1981.
- WHATELY M. ; CUNHA, P. M. **Guarapiranga 2005: como e por que São Paulo está perdendo este manancial: resultados do diagnóstico socioambiental participativo da bacia hidrográfica da Guarapiranga**. São Paulo: Instituto Sócio Ambiental, 2006. 51p.
- WETZEL, R. G.; LIKENS, G. E. **Limnological analyses**. New York: Springer Velage, 1991. 391p.