

Uso de Geotecnologias para Análise Espacial da Qualidade da Água no Reservatório de Barra Bonita - SP

James Lacerda Maia, Frederico Fabio Mauad, Liliane Lazzari Albertin

Centro de Recursos Hídricos e Ecologia Aplicada —EESC/ USP

jamesjandea@yahoo.com.br, mauadffm@sc.usp.br, lilianelazzari@hotmail.com

Alexandre Augusto Barbosa

Instituto de Recursos Naturais - UNIFEI

barbosa@unifei.edu.br

Recebido: 31/07/07 —revisado: 03/10/07 —aceito: 18/04/08

RESUMO

O objetivo deste trabalho é apresentar os resultados relativos ao estudo realizado no reservatório de Barra Bonita no Estado de São Paulo durante o ano de 2006. Este estudo envolveu a análise espacial das variáveis de qualidade da água do reservatório (temperatura, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido, potencial hidrogeniônico e turbidez) em função dos períodos de seca (abril a setembro) e o período chuvoso (outubro a março), utilizando uma sonda de monitoramento de qualidade da água. Quanto aos resultados, verificou-se que algumas variáveis físico-químicas como a condutividade elétrica e a turbidez aumentam significativamente do período seco para o chuvoso, pois estão diretamente relacionados com o aporte de material orgânico e inorgânico. Quanto ao oxigênio dissolvido este aumenta bastante do período chuvoso para o seco, mas em ambos os períodos as maiores concentrações são encontradas no final do braço do rio Piracicaba —SP. O potencial hidrogeniônico (pH) sofre uma variação muito pequena do período seco para o chuvoso, mas seus valores variam espacialmente, sendo encontrados maiores valores no compartimento da barragem para o período seco e no final do braço do rio Piracicaba para o período chuvoso. O software de geostatísticas (Surfer) calculou e gerou mapas de tendências, indicando em quais compartimentos do reservatório foram obtidos maiores valores de concentração das variáveis analisadas.

Palavras-chave: reservatório, qualidade da água, geostatística.

INTRODUÇÃO

A água, componente integrado ao sistema global, vem sendo fortemente alterada com as mudanças demográficas, velocidade e extensão da globalização e com o desenvolvimento sócio-econômico impulsionado pelo avanço tecnológico. Esses fatores têm sido observados como preponderantes para o aumento da demanda sobre os recursos hídricos, refletindo na sua escassez e deterioração. Assim, a água passou a ser uma preocupação crescente não apenas no que se refere à quantidade disponível, mas principalmente, em relação à sua qualidade acarretando prejuízos e restrições nos seus usos múltiplos.

O grande padrão de aproveitamento de um rio é geralmente o de reservatórios em cachoeiras, sendo um reservatório de grande capacidade de acumulação na parte superior do seu curso e menor a jusante.

Considerando que a maioria dos reservatórios tenham sido construídos com a finalidade de gerar energia hidroelétrica, o gerenciamento deve considerar a possibilidade de usos múltiplos, potencial este, que em muitos países em desenvolvimento são utilizados como base para o desenvolvimento regional, constituindo-se portanto, em elementos catalisadores de várias ações, com múltiplos propósitos, que afetarão o futuro do reservatório.

Segundo Mota (1995), a qualidade da água de reservatórios pode ser alterada também devido a processos naturais que ocorrem como consequência das mudanças ambientais provocadas pela inundação das áreas, ou pela introdução de poluentes na água resultantes de atividades antrópicas.

A saúde ambiental de um reservatório é afetada pelas atividades humanas existentes em suas bacias hidrográficas, incluindo: (I) lançamento de esgotos domésticos; (II) recepção de águas de chuva: escoamento superficial em áreas agrícolas em especial se houver criação de animais e em terras

sujeitas à erosão; (III) contribuição de chuvas ácidas devido à poluição atmosférica; (IV) percolação de lixões —chorume; (V) compostos tóxicos oriundos de pesticidas utilizados na agricultura e reflorestamento; (VI) águas de chuva contaminadas por xenobióticos, compostos orgânicos resistentes utilizados como catalisadores industriais; pequenos traços de produtos farmacêuticos provenientes de fontes desconhecidas e dejetos hospitalares (Bernhardt, 1990).

Esses fatores induzem a degradação da qualidade da água, perda de diversidade biológica e desperdício de recursos hídricos.

Segundo Tundisi (1995) o Brasil e, destacadamente, o Estado de São Paulo passou por um rápido desenvolvimento econômico ao longo dos últimos 30 anos graças a sua industrialização, grandes projetos agroindustriais e crescimento da população urbana. Esse padrão de crescimento acarretou alguns problemas ambientais como: desflorestamento excessivo, extensa malha rodoviária, aumento da poluição terrestre e hídrica.

O uso de geotecnologias pode potencializar a visualização de cenários e tendências relacionadas aos usos múltiplos e os conflitos gerados pelo desequilíbrio entre oferta e demanda deste recurso, assim, a heterogeneidade espacial e temporal funcionam como ferramentas de análise auxiliares via estes softwares, como por exemplo, o Surfer, utilizado neste estudo.

Segundo Landim et al. (2002) o Surfer é um pacote de programas gráficos desenvolvido para o cálculo e confecção de mapas e variáveis a partir de dados regularmente distribuídos. A vantagem do Surfer sobre outras ferramentas gráficas é o seu tempo de processamento, fácil utilização, compreensão e visualização. O Surfer é uma importante ferramenta, pois usa algoritmos matemáticos para gerar suas curvas. O mapa é construído a partir das posições espaciais de pontos obtidos no campo e são representados pelos valores X, Y e Z, sendo que os dados devem estar georreferenciados.

Como os reservatórios são sistemas complexos (sistemas intermediários entre rios e lagos) devem ser também considerados, principalmente, a heterogeneidade espaço-temporal e a compartimentalização como aspectos característicos no propósito prático de gerenciamento destes reservatórios.

Neste contexto, o presente trabalho enfoca a heterogeneidade espacial e temporal em relação às variáveis de qualidade da água, (temperatura, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido, potencial hidrogeniônico e turbidez) do reservatório de Barra Bonita —SP, considerando os períodos de seca

(abril a setembro) e chuvoso (outubro a abril) no ano de 2006. Utilizou-se auxiliariamente a geotecnologia (Surfer) para a geração dos mapas de superfície de tendência para a área estudada.

MATERIAIS E MÉTODOS

Localização e caracterização da área de estudo

O reservatório de Barra Bonita está localizado na sub-bacia do Médio Tietê Inferior, uma das sub-bacias integrantes da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos número 10 - Bacia Hidrográfica dos rios Sorocaba/ Médio Tietê (Figura 1).

O seu braço direito está inserido na bacia dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá, que influencia bastante na qualidade de suas águas. Apesar de ser formado principalmente pelo barramento dos rios Tietê e Piracicaba, o reservatório conta também com a contribuição de vários outros afluentes, de maior ou menor importância (Figura 2).

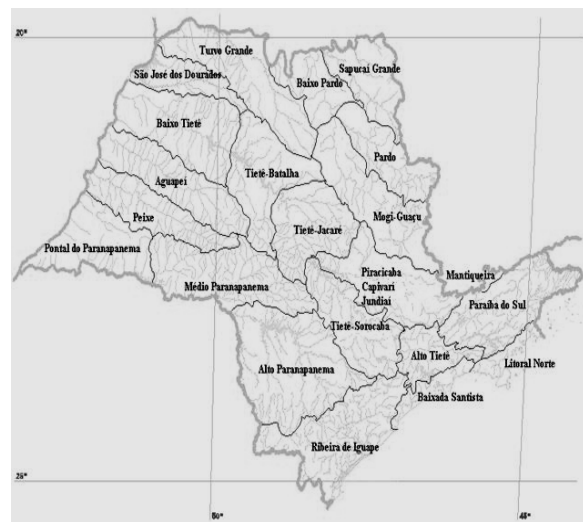


Figura 1 —Localização das UGRHs no Estado de São Paulo.

Fonte: Projeto Biota (2002)

A sub-bacia hidrográfica do Médio Tietê Inferior abrange a porção da bacia do rio Tietê que vai desde a Barragem de Pirapora, passando pela Usina Hidrelétrica de Rasgão, até o reservatório de Barra Bonita, com 367 km de extensão e área de drenagem de, aproximadamente, 6.830 km². O principal afluente incluído nesta sub-bacia é o rio Sorocaba, na margem esquerda. A bacia dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá é afluente na margem direita.

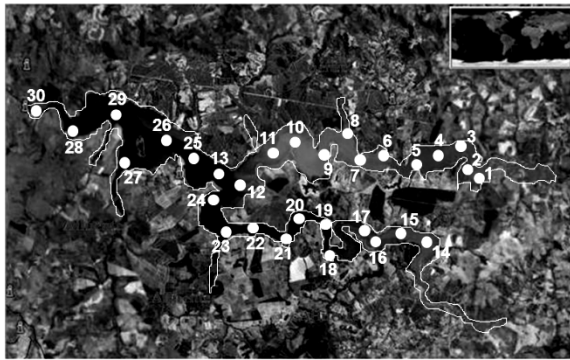


Figura 2 - Imagem de Satélite do reservatório de Barra Bonita (Google Earth).

Fonte: [http:// earth.google.com/ intl/ pt/](http://earth.google.com/intl/pt/)

Segundo o Comitê da Bacia Hidrográfica do Sorocaba/ Médio Tietê (2000), a sub-bacia do Médio Tietê Inferior, composta por sete municípios (Anhembí, Bofete, Botucatu, Conchas, Pereiras, Porangaba, Torre de Pedra), tem uma população de 149.983 habitantes, no entanto, o município de Botucatu tem 108.112 habitantes, os demais municípios têm população aproximadamente igual ou inferior a dez mil habitantes.

Com relação aos solos, predominam na bacia os argissolos, latossolos e neossolos. As formações geológicas predominantes são Itararé, Pirambóia, Tatuí e Grupo São Roque. Nas proximidades do reservatório aparecem as formações Botucatu e Serra Geral. Quanto à geomorfologia, destacam-se os Morrotes Alongados e Espigões, Colinas Amplas e Colinas Médias, possuindo a bacia, na maior parte de sua extensão, um relevo pouco movimentado.

A vegetação predominante na região é a monocultura intensiva de cana-de-açúcar, com cerca de 1.140 km² de área cultivada, com a presença de uma das maiores indústrias de álcool do mundo, que produz cerca de 1,7 milhões de litros por dia e despeja seus resíduos no rio Tietê, causando grandes impactos a sua jusante (CALIJURI e TUNDISI, 1990).

O clima da região é considerado de transição entre os climas tropical e subtropical e as estações anuais não são bem definidas. Segundo Monteiro (1973), a maior parte da área de estudo pode ser classificada, quanto aos climas zonais, como climas controlados por massas equatoriais e tropicais; quanto aos climas regionais, como climas tropicais alternadamente secos e úmidos (A2) e quanto às feições climáticas individualizadas nos climas regio-

nais segundo as unidades geomorfológicas como depressão do Perceú do Tietê (VI).

No mês mais quente, a temperatura sempre está acima dos 22°C e no mês mais frio, a temperatura mínima é inferior a 18°C. De acordo com a classificação de Köppen, o clima na região pode ser considerado como CW (clima mesotérmico, com inverno seco e verão quente).

A precipitação anual nesta região chega a atingir uma média de 1300 mm, a precipitação média de todos os dias durante o mês determina a precipitação média mensal na região do reservatório (Figura 3).

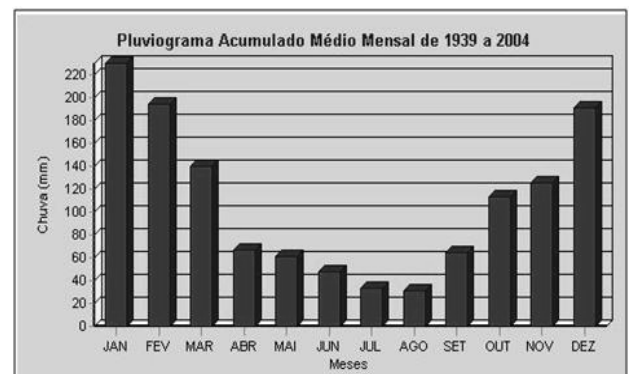


Figura 3 —Precipitação média mensal entre 1939 e 2004 na região do reservatório.

Fonte: DAEE (2006)

Avaliação da qualidade da água: amostragem e periodicidade de coleta

Utilizando os pontos de coleta adotados por Prado (2004), foram determinados 30 pontos de amostras aferidas na superfície, na profundidade do disco de Secchi e três vezes a profundidade do disco de Secchi, sendo que, para geração dos mapas foram usados os dados coletados na superfície da água. Os 30 pontos estão distribuídos por compartimentos do reservatório: Braço do rio Piracicaba (pontos 1 a 11); Braço do rio Tietê (pontos 14 a 24), "corpo" central do reservatório (pontos 25 a 29); encontro dos braços (postos 12 e 13) e barragem (ponto 30), para que pudesse ser feita uma análise espacial do reservatório (Figura 4). As coordenadas geográficas dos pontos de amostragem encontram-se na tabela 1.

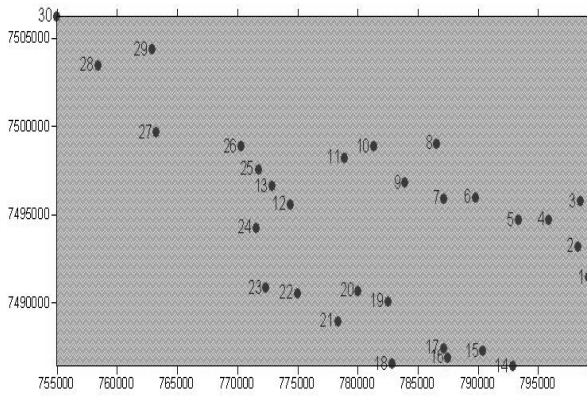


Figura 4 -Localização dos pontos de amostragens de água do reservatório de Barra Bonita. Fonte: Autor

Tabela 1 —Coordenadas geográficas dos pontos de amostragem da água (UTM) do reservatório de Barra Bonita.

Pontos	Latitude	Longitude
1	799145,55	7491425,67
2	798265,73	7493197,81
3	798487,59	7495779,70
4	795866,08	7494722,26
5	793321,60	7494678,91
6	789773,78	7495977,99
7	787142,95	7495904,44
8	786572,56	7499024,43
9	783930,50	7496826,35
10	781309,55	7498844,90
11	778897,52	7498242,55
12	774391,07	7495584,34
13	772894,57	7496596,13
14	792848,48	7486406,28
15	790408,70	7487284,21
16	787487,99	7486908,57
17	787126,65	7487438,74
18	782825,81	7486564,82
19	782491,06	7490080,45
20	780016,64	7490680,16
21	778356,77	7488955,87
22	774986,41	7490556,12
23	772392,04	7490848,89
24	771538,89	7494280,85
25	771711,61	7497571,40
26	770305,35	7498858,31
27	763259,68	7499658,15
28	758407,94	7503464,88
29	762883,17	7504373,82
30	754994,86	7506230,35

As variáveis aferidas in situ foram: temperatura, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido, potencial hidrogeniônico e turbidez, utilizando uma Sonda Multiparâmetros de Monitoramento de Qualidade da Água YSI, modelo 6820 (Figura 5), e um aparelho de DGPS para o posicionamento da embarcação.



Figura 5 —Sonda Multiparâmetros de Monitoramento de Qualidade da Água YSI 6820.

Na sonda acoplam-se os sensores que permitem a leitura de todas as variáveis citadas acima, que são registradas em um Display também acoplado à sonda. Após a leitura em campo, os dados são transferidos do Display para o Software EcoWatch que apresentará os resultados na forma de gráficos (Figura 6).

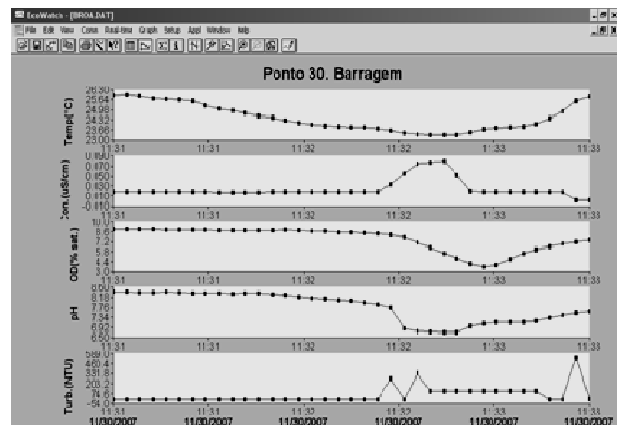


Figura 6 —Tela com os resultados em gráficos do Software EcoWatch para os parâmetros analisados no ponto 30.

A amostragem de água foi realizada na primeira quinzena do mês de julho de 2006 (estação seca), quando o reservatório se encontrava na cota 449,55 m, e repetido o mesmo procedimento, na primeira quinzena do mês de dezembro de 2006 (estação chuvosa) com o reservatório na cota 447,57 m.

Análise dos resultados

Com os dados organizados e filtrados utilizou-se o Software Surfer para realização de geoestatísticas espaciais (Figura 7). Foram gerados mapas de superfície de tendência utilizando o método de interpolação inverso do quadrado da distância, pois este método foi o que apresentou melhores resultados em relação à fidelidade aos dados originais, suavidade das curvas e velocidade de computação. Também foram testados outros métodos de interpolação como: regressão polinomial, mínima curvatura e a krigagem com o objetivo de averiguar a dinâmica espacial das variáveis coletadas em relação à sazonalidade (período seco e chuvoso), sendo que estes outros métodos citados acima não originaram bons resultados.

Nos mapas, a graduação das cores indica em quais compartimentos do reservatório se obteve maiores valores para as variáveis analisadas, os pontos de amostragem são representados por seus respectivos valores, sendo que o Surfer gera isolinhas que representam os pontos com valores iguais.

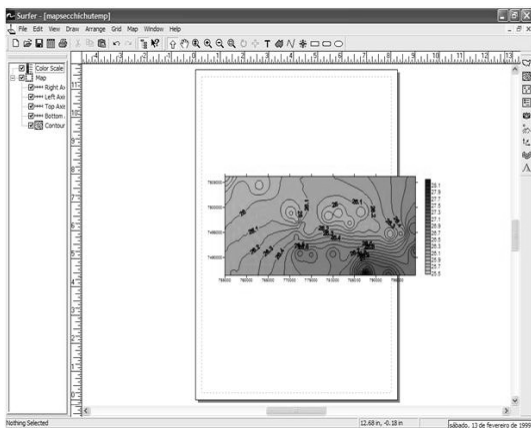


Figura 7 —Tela de saída dos mapas gerados pelo software Surfer.

Resultados e Discussão

Na gestão de sistemas hídricos é imprescindível o conhecimento quantitativo e qualitativo dos recursos disponíveis. Dessa forma, a adequada estimativa desses recursos constitui uma etapa de grande importância no planejamento e gestão de recursos hídricos. O reservatório de Barra Bonita é bastante estudado, pois este é o primeiro grande reservatório localizado ao longo do rio Tietê.

No final da década de 1980 as amostras eram coletadas em apenas um ponto ou poucos pontos ao longo do reservatório, o que dificultava a interpretação da situação analisada. Outro aspecto desvantajoso é que em épocas passadas não se obtinha uma localização precisa do ponto de amostragem, pois não se dispunha de dispositivos como o Sistema de Posicionamento Global —GPS.

Desta forma, o presente trabalho buscou realizar uma análise espacial de 30 pontos de amostragem ao longo do reservatório de Barra Bonita, nas estações seca e chuvosa no ano de 2006 coletando alguns parâmetros de qualidade da água do reservatório.

A seguir encontram-se os mapas gerados a partir das cinco variáveis aferidas (temperatura, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido, potencial hidrogênionico (pH) e turbidez), os valores representam os pontos de amostragem nos mesmos.

Em relação à temperatura, foram encontrados valores mais altos no compartimento da barragem, no corpo central e no começo do compartimento do braço do rio Piracicaba para estação seca, sendo que para estação chuvosa as maiores temperaturas registradas foram no começo do compartimento do braço do rio Tietê (Figuras 8 e 9).

A temperatura média de todos os compartimentos do reservatório para estação seca foi de 19,93°C e para estação chuvosa foi de 26,52°C. Essa diferença é normal em função da sazonalidade e pode ter sido influenciado em menor escala pelo horário de coleta dos dados, pois os dados da barragem foram coletados no período da tarde na estação seca, quando a temperatura é mais elevada. A variação da média entre os dois períodos se dá devido à estação seca ocorrer no inverno onde as temperaturas no reservatório são mais baixas e a estação chuvosa no verão quando as temperaturas são mais altas.

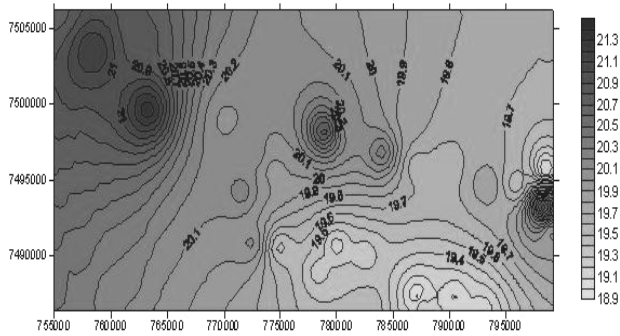


Figura 8 — Temperatura (°C) na superfície do reservatório, estação seca.

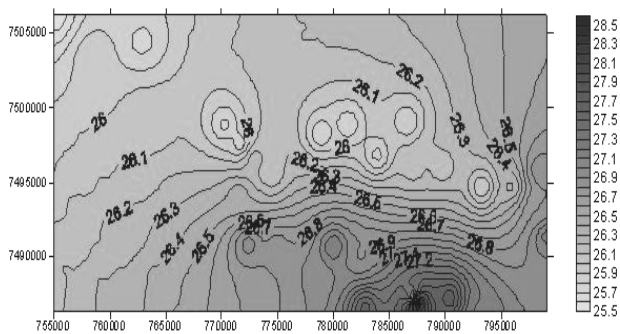


Figura 9 — Temperatura (°C) na superfície do reservatório, estação chuvosa.

Nas figuras 10 e 11 estão apresentados os valores de condutividade elétrica para as estações seca e chuvosa, por compartimento. O aspecto mais notável ao se analisar esta variável no reservatório espacialmente é verificar a intensificação dessa tendência no compartimento do braço do rio Tietê, sendo que para a estação seca ela ocorre ao longo de todo braço e na estação chuvosa ela se acentua já no final do braço, quase no encontro dos braços dos rios Tietê e Piracicaba.

Os resultados indicaram estar havendo uma quantidade maior de íons neste compartimento, provindos da bacia do Médio Tietê o que leva a um aumento da condutividade elétrica. Provavelmente este fato ocorre devido aos resíduos industriais e domésticos provindos da região Metropolitana de São Paulo, por ser este reservatório o primeiro dos reservatórios em cascata implantados no rio Tietê a partir de São Paulo, além da contribuição de afluentes contaminados por poluentes provindos de outros grandes centros urbanos como Sorocaba.

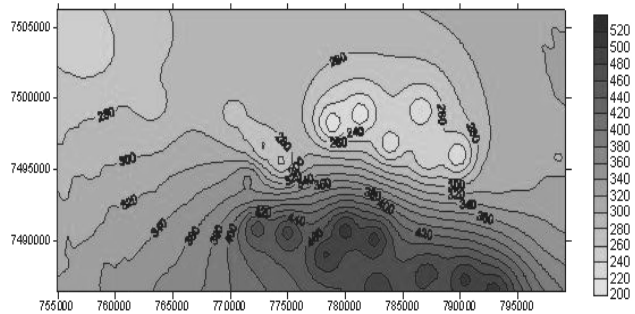


Figura 10 - Condutividade elétrica (µS/ cm) na superfície do reservatório, estação seca.

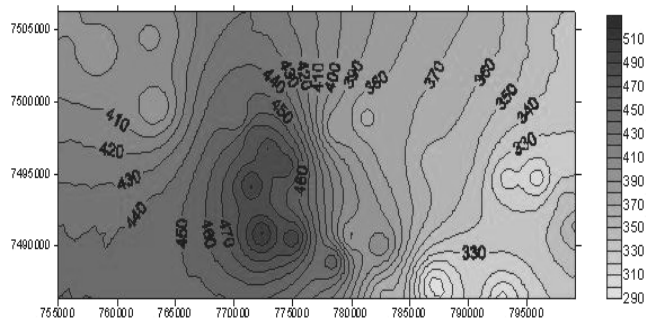
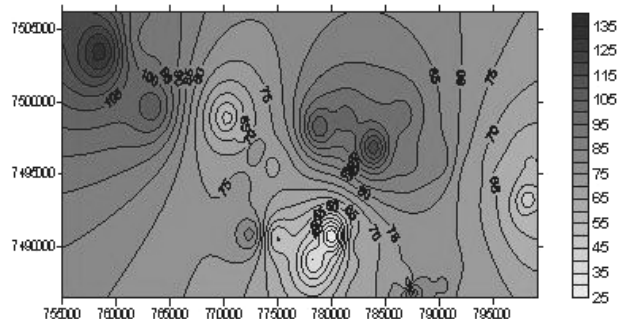


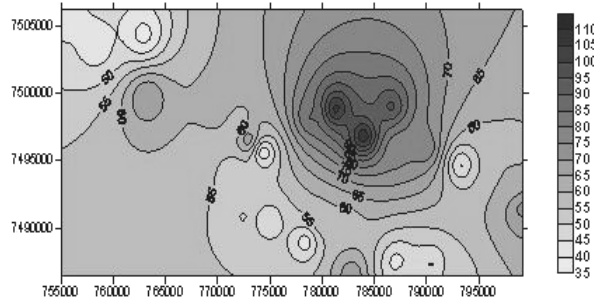
Figura 11 - Condutividade elétrica (µS/ cm) na superfície do reservatório, estação chuvosa.



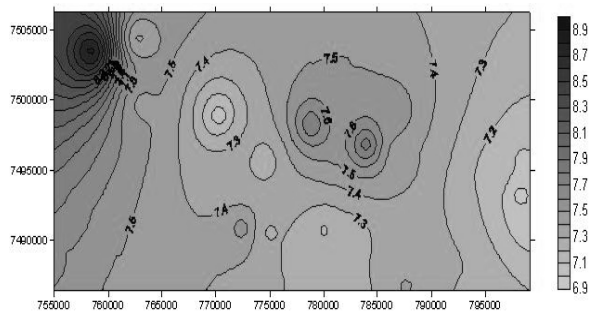
Figuras 12 — Oxigênio dissolvido (% de saturação) na superfície do reservatório, estação seca.

No que se refere ao oxigênio dissolvido, as maiores porcentagens de saturação no período seco foram encontradas no compartimento da barragem e no final do braço do rio Piracicaba, sendo que no período chuvoso estas se acentuaram apenas no final do braço do rio Piracicaba, conforme figuras 12 e 13. No período das chuvas ocorre no fluxo vertical, o predomínio de transporte de materiais e a ressuspensão do material de fundo. Nesta época, há turbulência na parte mais profunda provocada pelas

vazões turbinadas, a entrada de material alóctone e as elevadas temperaturas propiciam uma demanda maior de oxigênio dissolvido (Calijuri, 1999). Por este motivo as médias de oxigênio dissolvido no período chuvoso foram de 60,87% de saturação, chegando a valores mais elevados no período seco (78,30% de saturação).



Figuras 13 —Oxigênio dissolvido (% de saturação) na superfície do reservatório, estação chuvosa.

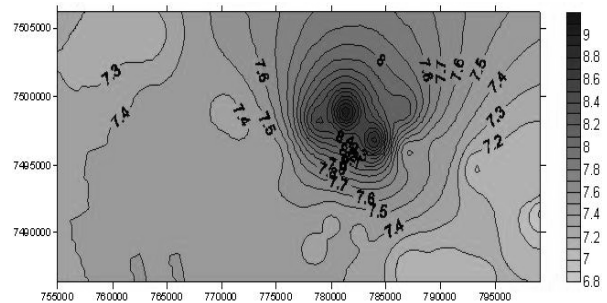


Figuras 14 - Potencial hidrogeniônico na superfície do reservatório, estação seca.

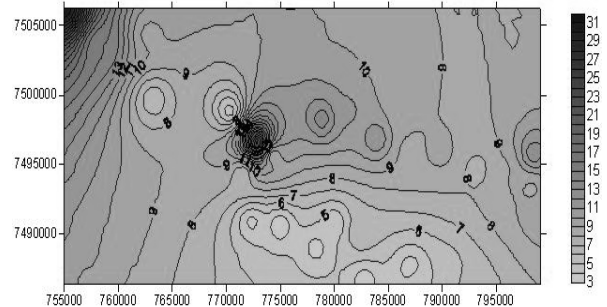
Quanto ao potencial hidrogeniônico (pH), os maiores valores ocorreram no compartimento da barragem na estação seca, sendo que na estação chuvosa estes valores aconteceram no final do compartimento do braço do Piracicaba, conforme as figuras 14 e 15. Calculando uma média dos valores de todos os pontos de coleta do reservatório, verificou-se que na estação chuvosa os valores foram levemente mais elevados com 7,47 e na estação seca com 7,42. Estes resultados se devem, provavelmente, pelo aumento da entrada de nutrientes no ecossistema em épocas chuvosas, por meio do escoamento superficial, processo que vem sendo acelerado ao passar dos anos. Os resultados que não seguiram

esse comportamento se devem às alterações que ocorrem no sistema como à estratificação térmica.

Os valores de pH estão relacionados também à entrada de ácidos orgânicos e inorgânicos no meio aquático, à chuva consideravelmente ácida, além da sua relação com as comunidades aquáticas. Quanto maior for à biomassa vegetal em relação à massa d'água, maiores e mais rápidas alterações ocorrerão no pH do meio. Assim, pode-se esperar que durante um período de 24 horas, possam ocorrer grandes variações de pH no mesmo ecossistema aquático (PRADO, 2004).



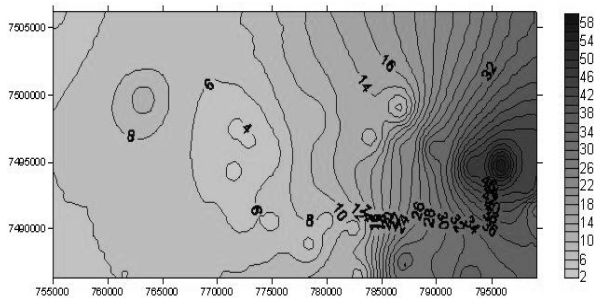
Figuras 15 - Potencial hidrogeniônico na superfície do reservatório, estação chuvosa.



Figuras 16 - Turbidez (UNT) na superfície do reservatório, estação seca.

A turbidez teve valores altos na junção dos braços dos rios Tietê e Piracicaba e no compartimento da barragem para estação seca. Na estação chuvosa os maiores valores foram registrados no começo do compartimento dos braços do rio Tietê e também do rio Piracicaba (Figuras 16 e 17). Isso pode se dar à presença de sólidos em suspensão, formados por partículas inorgânicas (areia, silte, argila) e detritos orgânicos, algas, bactérias e plânct-

ton entre outros. As médias para todos os pontos de coleta do reservatório foram de 345,23 UNT e 388,23 UNT para estação seca e chuvosa, respectivamente.



Figuras 17 - Turbidez (UNT) na superfície do reservatório, estação chuvosa.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise da qualidade da água do reservatório de Barra Bonita foi realizada em trinta pontos de amostragem contemplando todos os compartimentos do reservatório, barragem, corpo central, encontro dos braços dos rios Tietê e Piracicaba, braço do rio Tietê e braço do rio Piracicaba verificou-se que em relação à sazonalidade há um grande aumento na temperatura, condutividade elétrica e turbidez no período chuvoso, sendo que o oxigênio dissolvido reduz bastante neste período. O pH não sofre grandes variações em relação aos períodos de seca e de chuvas.

Para a obtenção dos mapas de superfície de tendências, relativo à área estudada, a técnica de geoestatísticas denominada inverso do quadrado da distância foi muito importante, possibilitando a espacialização dos dados com maior confiabilidade, demonstrando que, quanto maior o número de pontos, mais precisa será a modelagem dos mesmos.

O uso e cobertura da terra nas sub-bacias do reservatório, e as ações antrópicas têm sido a principal causa dos problemas relacionados aos recursos hídricos. Desta forma, verificou-se a necessidade emergencial de planejamento do uso e ocupação das terras e a adoção de práticas de manejo do solo e da água mais sustentáveis na área estudada (PRADO 2004).

Considerando o reservatório de Barra Bonita como um sistema aquático com compartimentos diferenciados quanto à qualidade da água e entrada

de poluentes conclui-se que o “braço” do rio Tietê é o que apresenta teores mais elevados de material orgânico, destacando uma grande elevação da condutividade elétrica e da turbidez.

AGRADECIMENTOS

- Ao CNPq —CT-HIDRO edital 043/ 2004 (Processo 142482/ 2004-8).

- À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Processo 05/ 55209-5).

- Ao Núcleo de Hidrometria da Escola de Engenharia de São Carlos.

REFERÊNCIAS

- BERNHARDT, H. (1990). *Control of reservoir water quality*. In: HAHN, H. H. & R. KLUTE (Eds). *Chemical Water and Wastewater Treatment*. Springer, Berlin.
- CALIJURI, M. C. (1999). *A comunidade fitoplanctônica em um reservatório tropical (Barra Bonita, SP)*. 211p. Tese (Livre-Docência) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos. 1999.
- CALIJURI, M. C.; TUNDISI, J. G. (1990). *Limnologia Comparada das Represas do Lobo (Broa) e Barra Bonita - Estado de São Paulo: Mecanismos de Funcionamento e Bases para o Gerenciamento*. Revista Brasileira de Biologia, v. 50, n.4, p. 893-913.
- COMITÊ DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS PIRACICABA, CAPIVARI E JUNDIAÍ (2004). *Relatório da Situação dos Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá*. Volumes I, II, III e IV.
- COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO SOROCABA/MÉDIO TIETÊ (2000). *Relatório Zero: Relatório da Situação Atual dos Recursos Hídricos na Bacia hidrográfica*. Disponível em: <http://www.sigrh.sp.gov.br>. Acesso em 20/03/2006.
- DAEE (2006). *Sistema de Informações para Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo*. Plano Estadual de Recursos Hídricos. Banco de Dados. Disponível em: <http://www.sigrh.gov.br>. Acesso em 15/02/2006.
- ESTEVEZ, F. A. (1988). *Fundamentos de limnologia*. Rio de Janeiro: Interciência/FINEP. 575p.

- GOOGLE EARTH (2006). *Imagem de Satélite do reservatório de Barra Bonita*. Disponível em: <http://earth.google.com/intl/pt/>. Acesso em 25/10/2006.
- LANDIM, P. M. B.; MONTEIRO, R. C.; CORSI, A. C. (2002). *Introdução à confecção de mapas pelo software Surfer*. DGA, IGCE, UNESP / Rio Claro, Laboratório de geomatemática, Texto didático 08, 21pp.
- MONTEIRO, C. A. de F. (1973). *A dinâmica climática e as chuvas do Estado de São Paulo: estudo em forma de atlas*. São Paulo: IGEOG/USP.
- MOTA, S. (1995). *Preservação e Conservação de Recursos Hídricos*. Editora ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, Rio de Janeiro – RJ, 187p.
- PRADO, R. B. (2004). *Análise espacial e temporal das alterações na qualidade da água do reservatório de Barra Bonita (SP) em função da dinâmica do uso da terra*. 172 p. Tese (Doutorado) - Ciências da Engenharia Ambiental, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos. 2004.
- PROJETO BIOTA (2002). *Sub-bacias hidrográficas do Estado de São Paulo*. Disponível em: <http://www.biotasp.org.br/biodiv/mapas/bacias>. Acesso em 7/08/2006.
- TUNDISI, J.G. (1995). *Gerenciamento de Reservatórios no Brasil*. In JORGENSEN, S. E & VOLLENWEIDER, R. A. (editores); tradução Dino Vanucci. Diretrizes para o gerenciamento de lagos. São Carlos. v.1 p 141-142.

rainy one, but their values vary spatially, and higher values were found in the dam compartment for the dry period and at the end of the arm of river Piracicaba for the rainy period. The Geostatistics software (Surfer) calculated and generated trend maps indicating in which reservoir compartments the biggest concentrations of the variables analyzed were obtained.

Keywords: *reservoir, water quality, geostatistics.*

Use of Geotechnologies for Spatial Analysis of Water Quality in the Barra Bonita —SP Reservoir

ABSTRACT

This work aims to present results of the performed in the Barra Bonita reservoir, in the State of São Paulo in 2006. This study involved spatial analysis of reservoir water quality variables (temperature, electric conductivity, dissolved oxygen, hydrogenionic concentration and turbidity) based on the drought periods (April to September) and the rainy period (October to March) using a water quality monitoring probe. The results showed that some physical-chemical variables, such as electric conductivity and turbidity, increase significantly from the dry period to the rainy one, since they are directly related to the contribution of organic material. The dissolved oxygen increases a lot from the rainy period to the dry one, but in both the periods the biggest concentrations are found at the end of the arm of river Piracicaba - SP. The hydrogenionic potential (pH) suffers a very small variation from the dry period to the