

## 4.21 RELAÇÃO DO USO E COBERTURA DAS TERRAS E A QUALIDADE DA ÁGUA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CAMANDUCAIA, MG E SP

*Maria Lucia Zuccari, Embrapa Meio Ambiente, lucia.zuccari@embrapa.br*  
*Ricardo de Oliveira Figueiredo, Embrapa Meio Ambiente, Ricardo.Figueiredo@embrapa.br*  
*Fabio Enrique Torresan, Embrapa Monitoramento por Satélite, fabio.torresan@embrapa.br*  
*Daniel Gomes dos S. W. Loebmann, Embrapa Meio Ambiente, daniel.gomes@embrapa.br*  
*Lucas de Camargo Reis, CENA/USP, lucas.camargo.reis@usp.br*  
*Jessica Jordão Vieira, Embrapa Meio Ambiente, jessica.jordao92@hotmail.com*  
*Maurício Pinto Carvalho Conceição, Embrapa Meio Ambiente, mauricio.mpcc@gmail.com*  
*Cristiane Formigosa Gadelha da Costa, CENA/USP, cristianeformigosa@usp.br*

### RESUMO

A bacia hidrográfica do rio Camanducaia, que integra as bacias PCJ, possui nascentes no sul do Estado de Minas Gerais e foz no município de Jaguariúna, SP, e recentemente foi alvo de estiagem que causou grande crise hídrica na região. Dada a crescente pressão antrópica sobre essas bacias foi realizado estudo sobre o efeito do uso da terra sobre a biogeoquímica do rio Camanducaia. Durante um ano foram monitorados oito pontos de amostragem ao longo do rio principal, distribuídos desde a área das nascentes até a foz, e de um ponto na foz do seu principal tributário, o rio do Mosquito. As variáveis estudadas foram Oxigênio Dissolvido, Saturação do Oxigênio Dissolvido, Demanda Bioquímica de Oxigênio, Temperatura da água, pH e Condutividade Elétrica. Para relacionar a qualidade da água com o uso da terra foi produzido mapa de uso e cobertura das terras com a utilização de imagens Landsat 8. Os resultados mostraram que a qualidade da água do rio na maior parte das estações ainda se mantém em equilíbrio entre os processos de produção de oxigênio e degradação aeróbica da matéria orgânica, mas em três das estações já acontecem flutuações no O<sub>2</sub>, DBO e condutividade elétrica sugerindo aporte pontual de substâncias de áreas urbanas e também em menor proporção uma poluição difusa advinda da agricultura.

**Palavras-chave:** pressão antropogênica, biogeoquímica, metabolismo de ecossistema aquático.

### ABSTRACT

The Camanducaia River Basin, which is part of the PCJ basins, has its headwaters in the south of the State of Minas Gerais and its outlet located in the municipality of Jaguariúna, State of São Paulo, and recently suffered a drought that caused the major water crisis in the region. Given the increasing anthropogenic pressure on these basins, a study was carried out to evaluate the effects of land use on the biogeochemistry of the Camanducaia River. During one year eight in-place sampling stations were selected along the main river, from its headwater areas to its mouth, and another station at the outlet of its main tributary, the Mosquito river. The studied variables were Dissolved Oxygen Concentration, Dissolved Oxygen Saturation, Biochemical Oxygen Demand, Water Temperature, pH and Electrical Conductivity. In order to relate water quality with land use, a land use and land cover map was produced using Landsat 8 images. The results showed that the water quality of the river in most of the stations is still in balance between the processes of oxygen production and aerobic degradation of organic matter, but in three of the stations there are already fluctuations in O<sub>2</sub>, BOD and electrical conductivity suggesting

punctual contribution of substances from urban areas and also to lesser extent diffuse pollution from agriculture.

**Key words:** anthropogenic pressure, biogeochemistry, aquatic ecosystem metabolism.

## INTRODUÇÃO

A bacia hidrográfica do rio Camanducaia integra as bacias PCJ (Piracicaba, Corumbataí, Jundiá), com suas nascentes no sul do Estado de Minas Gerais e foz no rio Jaguari no município de Jaguariúna, SP. No extremo sul do Estado de Minas Gerais a vegetação natural, originalmente Cerrado e Mata Atlântica, foi substituída em sua maior parte por usos agrícolas, predominando principalmente as pastagens, pequenos cultivos familiares e plantações de eucalipto. Dessa maneira é de grande importância, diante do quadro acima exposto referente às cabeceiras dos rios Camanducaia e Jaguari que sejam realizados estudos sobre os impactos das atividades antrópicas dessas áreas terrestres sobre os recursos hídricos, dada a crescente pressão antrópica em toda a Bacia do Rio Piracicaba (Filoso et al., 2003).

O manejo inadequado das terras, via de regra, ocasiona o descumprimento da legislação ambiental brasileira no que diz respeito às Áreas de Proteção Permanente – APPs, como nascentes, florestas ripárias, encostas e topos de morros (Dessa maneira, torna-se imprescindível o monitoramento hidrogeoquímico de bacias para aferir-se a qualidade da água para as comunidades e para a manutenção das funções e serviços ecossistêmicos, visando a sustentabilidade nos processos de desenvolvimento. O objetivo desse trabalho foi o de avaliar os efeitos do uso da terra sobre a qualidade da água do rio Camanducaia, a partir de algumas variáveis físico-químicas, como apoio a gestão, uso racional e sustentável de seus recursos hídricos.

## MATERIAL E MÉTODOS

A bacia hidrográfica do rio Camanducaia (Fig. 1) tem suas nascentes nos municípios de Toledo (MG) e Socorro (SP). Recentemente foi alvo de uma crise hídrica sem precedentes na região. O Rio Camanducaia adentra o leito do Rio Jaguari, próximo a foz deste, que unindo-se ao Rio Atibaia, forma o Rio Piracicaba, importante fonte de abastecimento das cidades e campos agrícolas a jusante da grande bacia hidrográfica do Rio Paraná. Nesta comunicação, apresentamos os dados preliminares (não validados) de uso e cobertura das terras da bacia do

Camanducaia, que nesta versão, possui área de 103890,12 ha. Mapeamos o uso e cobertura das terras utilizando imagens do satélite Landsat 8, produzindo um mapa com 10 classes de uso, de acordo com IBGE (2013), reduzidas para nove classes Temporária neste trabalho. As oito estações de amostragem para qualidade da água foram definidas como C1 a C8 ao longo do rio principal e em um tributário (rio do Mosquito) codificado como CT. Para a realização da análise integrada do uso e cobertura das terras e a qualidade da água, utilizamos os modelos digitais de elevação ASTGTM2 (NASA; METI, 2015) para delimitar as áreas de contribuição para cada estação de amostragem, utilizando a metodologia de Elschlaeger (1989). Isto permitiu a elaboração de respectivos quadros com os valores de área das classes de uso ao longo da bacia. As variáveis físico-químicas da água foram medidas com sonda multiparamétrica in-loco e a DBO 5 dias foi realizada em laboratório.

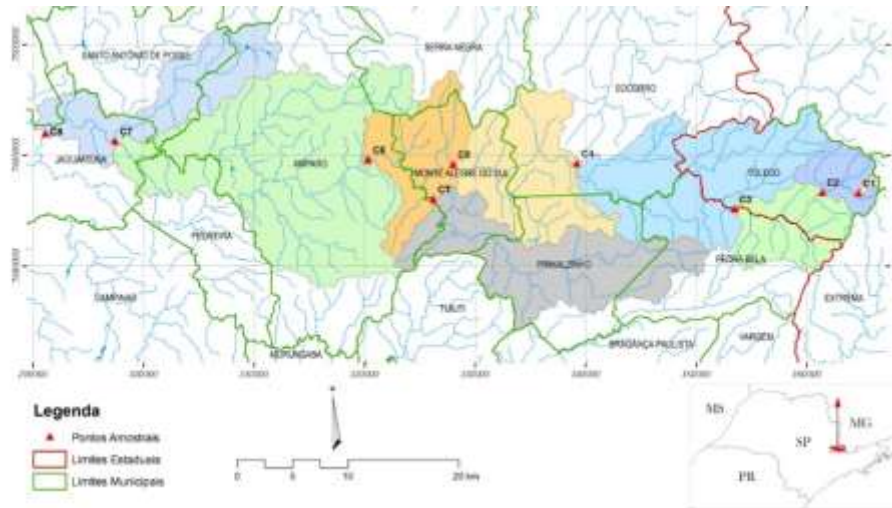


Figura 1. Bacia hidrográfica do rio Camanducaia (SP e MG), com destaque para o canal do rio principal (C1 a C8) e seu afluente rio do Mosquito (CT) e áreas de influência de cada estação de amostragem.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Fig. 2 apresenta as classes de uso e cobertura das terras para cada área de contribuição de cada estação de amostragem. A estação C8 representa 99,2% do território da bacia do rio Camanducaia, que incluindo a pequena área a jusante de C8 (Fig. 1) possui área total de 103890,12 ha. As pastagens predominam com 42090,13 ha (40,51% da área total da bacia), seguidas por vegetação natural florestal, com 25522,82 ha (24,57%), e a silvicultura com 14825,81 ha (14,27%).

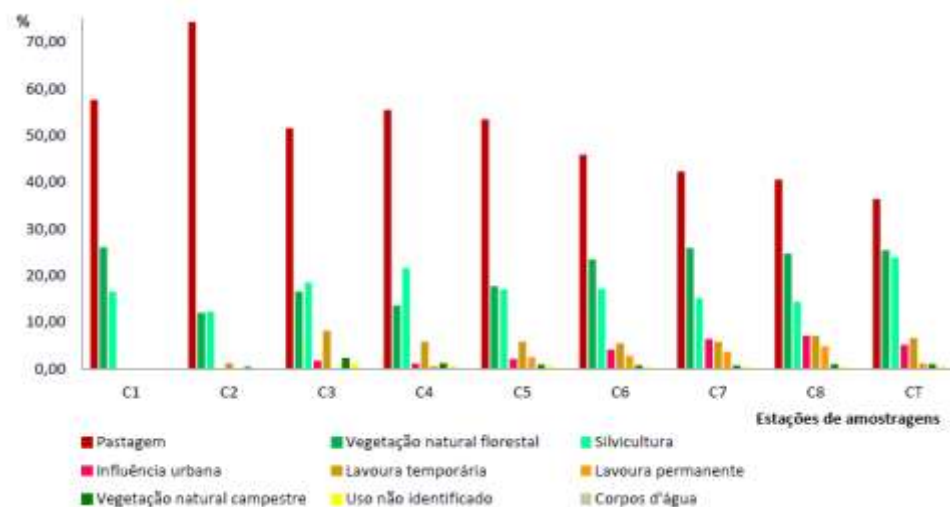


Figura 2. Uso e cobertura das terras da área de influência de oito estações do rio Camanducaia, de domínio Federal (SP e MG), denominado como Gardinha, em sua porção superior em Minas Gerais, e uma estação em seu tributário rio do Mosquito (CT).

A temperatura da água assim como todas as outras variáveis estudadas, foram medidas mensalmente, mas em horários diferentes, em cada uma das estações de amostragens ao longo do ano de 2015 (Figura 3). Os valores de pH variaram entre 6,10 e 8,00, valores compatíveis com a legislação para rios de Classe 1 (Brasil, 2005). Existe um gradiente de tendência do aumento do pH de montante para jusante, que pode ser atribuído a diminuição da influência das águas

drenadas de solos florestais menos abundantes na porção inferior da bacia estudada (Figueiredo et al., 2010). Observa-se maior amplitude de variação apenas na estação CT, que sofre impacto de piscicultura na área de influência desta estação.

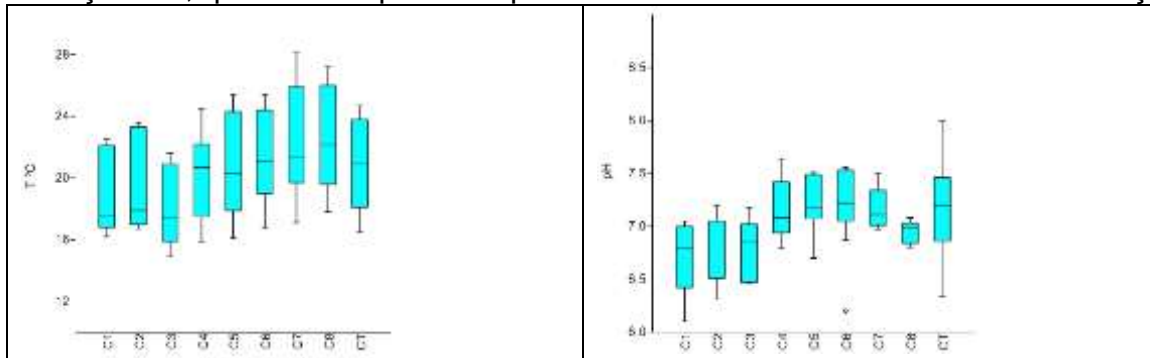


Figura 3. Gráficos de caixas para T°C e pH da água para as nove estações de amostragens estabelecidas no rio Camanducaia

A condutividade elétrica revela o acúmulo do impacto causado pelos diferentes usos do solo (Fig. 4). Percebe-se que os valores da condutividade elétrica aumentam conforme a influência urbana vai aumentando a partir do ponto C3 (Fig. 2), definindo quatro patamares, C1 e C2 com valores entre  $26,2 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  a  $44,7 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ ; C3, C4 e C5 de  $41,6 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  a  $76,2 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ , C6 intermediário com dados mais dispersos entre  $46,9$  e  $130,6 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  sugerindo o aporte pontual de substâncias advindas da área urbana, despejos domésticos ou industriais. Observa-se valores ainda mais altos nos pontos C7 e C8, em Jaguariúna na área urbana d, respectivamente em área urbana e rural, ambos com valores próximos a  $300 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ .

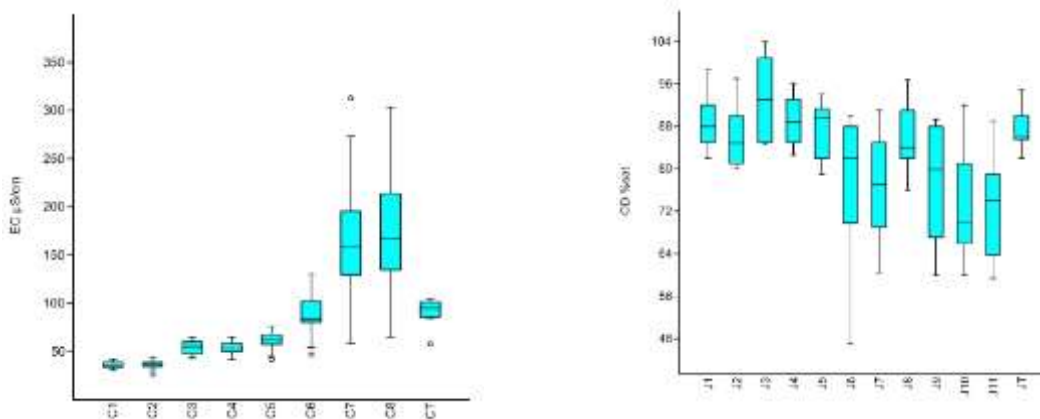


Figura 4. Gráficos de caixas para Condutividade Elétrica ( $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ ) e porcentagem de saturação do Oxigênio Dissolvido (OD %) para as nove estações de amostragens estabelecidas no rio Camanducaia.

Comparando os dois gráficos da Figura 5 nota-se que quando o OD é alto, a DBO é baixa na maior parte das estações de forma bastante simétrica. De forma geral os valores de OD não são muito baixos, apenas a estação C8 mostra alguns resultados preocupantes já com déficit de oxigênio em algumas medidas, além de alta dispersão nos dados indicando aqui também a poluição pontual advinda das cidades. As estações C6 e C7 também apresentam alguns valores baixos de OD e altos de DBO indicando que o metabolismo aquático já começa a ser prejudicado em seus processos aeróbicos.

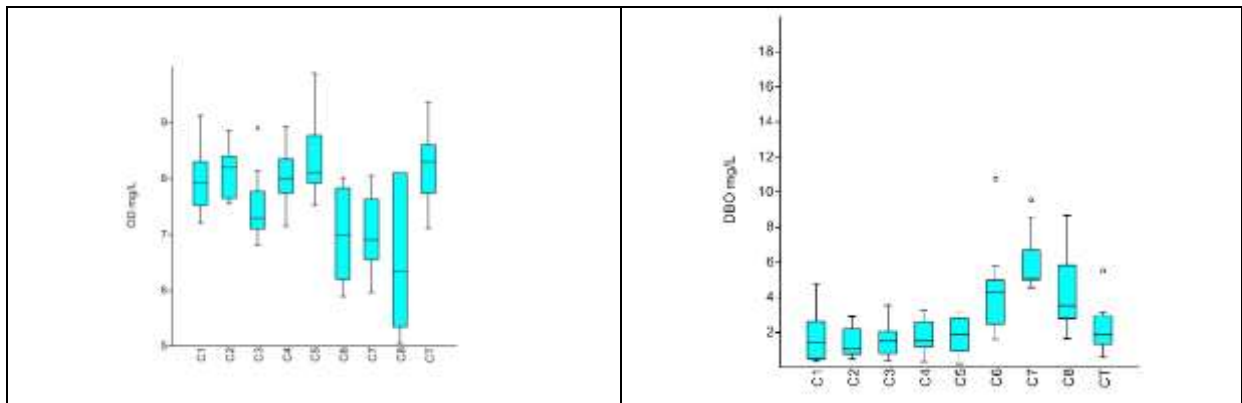


Figura 5. Gráficos de caixas para Oxigênio Dissolvido (OD) e dos valores da determinação da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) para as nove estações de amostragens estabelecidas no rio Camanducaia.

À exceção da estação C8 todos os valores de OD encontrados foram acima de  $6,00 \text{ mg L}^{-1}$ , valores admitidos para águas de Classe 1 no enquadramento das águas pelo CONAMA (Brasil,2005). Na estação C8 o menor valor chegou a  $5,06 \text{ mg L}^{-1}$ , e o maior a  $8,10 \text{ mg L}^{-1}$  com a correspondente DBO mais alta entre todas as estações e maior dispersão nos dados. Os menores valores de DBO ocorreram nas estações C2 a C5, entre  $0,20 \text{ mg L}^{-1}$  a  $3,54 \text{ mg L}^{-1}$  com o correspondente OD inversamente proporcional. Entretanto, como os horários de medição das variáveis em campo foram aleatórios, deve-se considerar as medidas de dispersão da Porcentagem de Saturação do Oxigênio Dissolvido (% Sat OD) apresentadas na Fig. 4. Fica evidente que a dispersão dos dados em C8 é ainda mais alta e agora incluindo com maior clareza as estações C6 e C7, semelhante ao comportamento da condutividade elétrica. Pelo CONAMA em relação à DBO apenas as amostras de C2 são compatíveis com a Classe 1; C1, C3, C4 e C5 seriam enquadradas na Classe 2 e C7, C8 e C9 na Classe 3. As amostras de C6 apresentaram um valor discrepante ( $10,75 \text{ mg L}^{-1}$ ), que assim deve ser considerado porque nessa mesma amostragem os valores de OD e da % Sat OD não o explicam, respectivamente  $7,93 \text{ mg L}^{-1}$  e  $83,00 \text{ mg L}^{-1}$ .

## CONCLUSÕES

A condutividade elétrica indicou o aporte de substâncias ao rio contribuindo para identificar fontes de poluição pontual quando avaliada em conjunto com a OD e DBO. A integração dessas medidas com os dados de uso e cobertura das terras apontou a área urbana como fonte pontual, mas também as lavouras permanente e temporária como fonte difusa de poluição. Na maior parte das estações ainda se mantém em equilíbrio entre os processos de produção de oxigênio e degradação aeróbica da matéria orgânica.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL, Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005. Classificação de águas, doces, salobras e salinas do Território Nacional. Publicado no D.O.U. de 30 julho 1986. Ministério do Meio Ambiente, 23p

FIGUEIREDO, R.O.; MARKEWITZ, D.; DAVIDSON, E.A.; SCHULER, A.E.; WATRIN, O.S.; SILVA, P.S Land-use effects on the chemical attributes of low-order streams in the eastern Amazon. *Journal of Geophysical Research*, v. 115, p. G0400, 2010.

FILOSO, S.; MARTINELLI, L.A.; WILLIAMS, M.R.; LARA, L.B.; KRUSCHE, A.V.; ELSCHLAEGER, C. Using the AT search algorithm to develop hydrologic models from digital elevation data. INTERNATIONAL GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS (IGIS) SYMPOSIUM. Baltimore, USA 18-19 Mar 1989. Proceedings..., p. 275-281, 1989.

IBGE. Manual técnico de uso da terra. Manuais técnicos em geociências, n.7. 3 ed. 2013, 167 p.

NASA; METI. ASTER Level 1 Precision Terrain Corrected Registered At-Sensor Radiance. Version ASTGTM2. NASA EOSDIS Land Processes DAAC, USGS Earth Resources Observation and Science (EROS) Center, Sioux Falls , South Dakota , USA (<https://lpdaac.usgs.gov>), Accessed: 12 Apr 2017.