



# ESTUDO DA QUALIDADE DA ÁGUA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO VAI-E-DEM, ESTADO DE SÃO PAULO, BRASIL

Carmen Maura Rocha<sup>1</sup>  
Renata Ribeiro de Araújo<sup>2</sup>  
Antonio Cezar Leal<sup>3</sup>

## Resumo:

A realização deste trabalho teve como objetivo analisar a qualidade da água de um canal fluvial e o uso e a cobertura da terra na bacia hidrográfica do Ribeirão Vai-e-Vem, localizada no município de Santo Anastácio - SP. Foram estudados os resultados de variáveis limnológicas, referentes à seção localizada nas coordenadas 22°03'38"S e 51°42'15"W, disponibilizados pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) para o ano de 2017. Construiu-se o mapa de uso e cobertura da terra da bacia hidrográfica por meio do *software* ArcGIS. A análise do uso e cobertura da terra na área de drenagem contribuinte para a seção monitorada permitiu verificar que a qualidade da água é influenciada por fontes pontuais e difusas. Altas concentrações de substâncias no corpo hídrico, como fósforo total, por exemplo, podem ser consequências destas fontes, como exemplo despejos de efluentes domésticos e/ou industriais ou até mesmo do uso de defensivos agrícolas, utilizados próximos ao curso de água.

**Palavras-Chave:** Ribeirão Vai-e-Vem. Qualidade da água. Uso e cobertura da terra.

## STUDY OF WATER QUALITY IN THE BASIN OF RIBEIRÃO VAI-E-DEM, SÃO PAULO, BRAZIL

## Abstract:

The objective of this work was to analyze the water quality of a river channel and the use and land cover in the Ribeirão Vai-e-Vem basin, located in the city of Santo Anastácio – SP. The results of limnological variables, related to the section located at coordinates 22°03'38"S and 51°42'15"W, made available by the *Companhia Ambiental do Estado de São Paulo – CETESB* (Environmental Company of the State of São Paulo) for the year 2017, were studied. The map of use and land covering were elaborated using ArcGIS software. The analysis of use and land cover in the drainage area contributing to the monitored section allowed verify that water quality is influenced by pointed and diffuse sources. High concentrations of substances in the water body, such as total phosphorus, for example, can be consequences of these sources, such as effluents from domestic and/or industrial sources or even the use of pesticides near the watercourse.

**Keywords:** Ribeirão Vai-e-Vem. Water quality. Use and land cover.

<sup>1</sup> Graduanda em Engenharia Ambiental na Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente - SP, Brasil. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Brasil. E-mail: c.maurarochoa@hotmail.com

<sup>2</sup> Doutora em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais pela Universidade Estadual de Maringá, Brasil. Docente do curso de Engenharia Ambiental da Faculdade de Ciências e Tecnologia (UNESP), Presidente Prudente - SP, Brasil. E-mail: renata.ribeiro.08@hotmail.com

<sup>3</sup> Doutor em Geociências pela Universidade Estadual de Campinas, Brasil. Docente do curso de Geografia da Faculdade de Ciências e Tecnologia (UNESP), Presidente Prudente – SP, Brasil. E-mail: cezarunesp@gmail.com



## 1. Introdução:

Uma bacia hidrográfica é formada por uma rede de drenagem que contém uma declividade coincidente em um único sentido, afluindo em um curso de água de forma que toda vazão pode ser quantificada através desse ponto (GARCEZ, ALVAREZ, 1988). Ela é contornada por um divisor de águas, que se localiza em torno das bacias, encaminhando o escoamento para uma bacia ou outra, e só atravessa o curso de água no ponto de saída (VILLELA, MATTOS, 1975).

As águas de uma bacia hidrográfica podem ser utilizadas para abastecimento humano, dessedentação de animais, recreação, e diversos outros usos. Assim, é imprescindível que os recursos hídricos utilizados apresentem condições físicas e químicas adequadas (BRAGA *et. al.*, 2005). As características físicas, químicas e biológicas traduzem uma série de processos que podem estar ocorrendo tanto no corpo hídrico como na bacia hidrográfica e, mesmo que haja uma capacidade de dissolução e/ou transporte de substâncias no decorrer do curso, é necessário um controle da qualidade da água (LIBÂNIO, 2010).

A utilização de técnicas de análise de variáveis limnológicas para monitoramento da qualidade de um recurso hídrico é necessária para ter-se um controle dos pontos no corpo hídrico onde se deve ter uma maior preocupação, de acordo com o uso que é feito da água: o uso para abastecimento doméstico, por exemplo, necessita de um padrão de qualidade maior. É importante que haja uma satisfação simultânea dos critérios de qualidade, a fim de que nenhum uso seja comprometido, pois um mesmo curso de água pode ser utilizado para diferentes fins (SPERLING, 2005).

Os diferentes usos e coberturas da terra podem interferir nos valores dos parâmetros da qualidade da água, seja por despejos inadequados de efluentes provenientes da área urbana ou industrial, uso excessivo de defensivos agrícolas que acabam escoando para algum corpo hídrico, ou até mesmo a retirada de vegetação, que pode causar um aumento no escoamento superficial e assoreamento dos cursos de água (MOTA 2003). Assim, estudando o uso e a cobertura da terra e realizando o monitoramento da qualidade e quantidade da água, pode-se identificar os impactos ambientais gerados, podendo-se propor ações de conservação e preservação das águas.

Diante do exposto, esta pesquisa de iniciação científica teve como objetivo analisar as influências que o uso e cobertura da terra exercem sobre a qualidade da água da bacia hidrográfica



do Ribeirão Vai-e-Vem. Destaca-se que a pesquisa foi desenvolvida no âmbito do projeto PROCAD “Novas fronteiras no Oeste: relação entre Sociedade e natureza na microrregião de Ceres em Goiás (1940-2013)”, com o apoio da CAPES – Processo 2980/2014.

## 2. Materiais e Métodos

Para o desenvolvimento desta pesquisa, foram estudados cinco parâmetros monitorados pela CETESB para o controle de qualidade da água do Ribeirão Vai-e-Vem, são eles: condutividade elétrica, oxigênio dissolvido, pH, fósforo total, *Escherichia coli* (coliformes termotolerantes). As coletas foram realizadas em um único ponto, de coordenadas 22°03'38"S e 51°42'15"W, a cada dois meses ao longo do ano de 2017. Com os dados disponibilizados pela CETESB foram elaborados gráficos por meio do *software Microsoft Office Excel 2010*.

Para a elaboração do mapa de uso e cobertura da terra, primeiramente precisou-se delimitar a bacia hidrográfica do Ribeirão Vai-e-Vem, por meio do *software ArcGIS 10.3*. Para isso, foi utilizada a malha do município de Santo Anastácio disponibilizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), ano 2015, sendo recortada e exportada para *shapefile*.

Em seguida, utilizou-se as cartas SF-22-Y-B e SF-22-V-D do projeto “Brasil em Relevo” da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa). Por meio do *ArcToolBox*, foi utilizado o comando *mosaico* para fazer a junção de ambas as cartas. Fez-se a sobreposição do *shapefile* do município de Santo Anastácio, recortando nas cartas apenas o limite do município.

Por meio de uma extensão do *software* chamada *Archydro* foram utilizados os comandos *fill sinks*, *flow direction*, *flow accumulation*, *combine stream link and sink link*, *stream definition* e *catchment grid delineation* para, respectivamente, preencher possíveis erros nos pixels da imagem, encontrar a direção de fluxo, a acumulação do fluxo, encontrar a rede de drenagem, vetorizar a rede de drenagem e delimitar microbacias.

Ainda utilizando a extensão *Archydro* delimitou-se as linhas e os pontos de drenagem para encontrar o início da bacia hidrográfica. Por meio do comando *Watershed Processing* delimitou-se o limite da bacia. Após a delimitação da bacia hidrográfica, prosseguiu-se para a construção do mapa de uso e cobertura da terra.



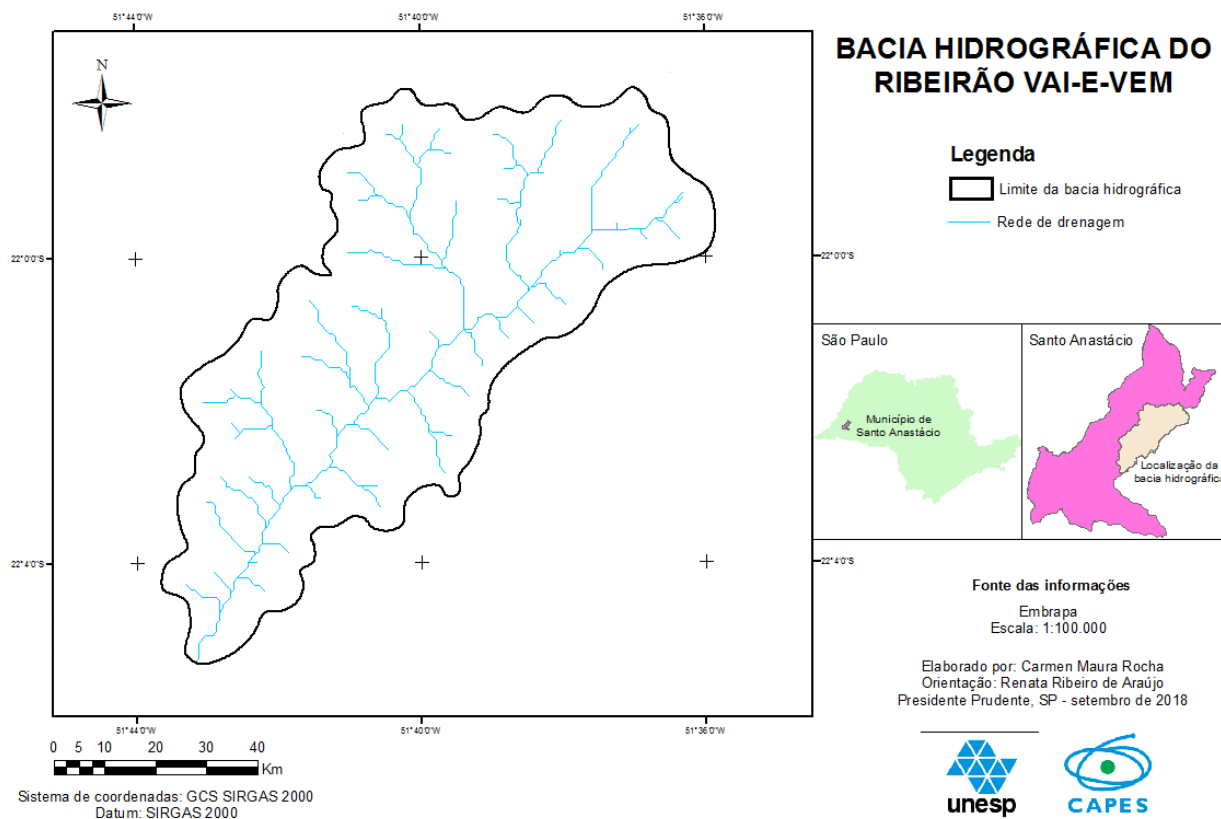
Destaca-se que o mapa de uso e cobertura da terra foi elaborado para a área de drenagem contribuinte para o ponto de monitoramento das variáveis limnológicas. A montagem do mapa de uso e cobertura da terra também foi realizada por meio do *software ArcGIS 10.3*, utilizando a técnica de criação de polígonos, por meio da fotointerpretação de imagens de satélite do ano de 2017 obtidas do satélite *Landsat 8*, delimitando as classes analisadas, de acordo com o Manual Técnico de Uso da Terra do IBGE (2013). Os polígonos criados em cada área foram exportados para *shapefile* e fez-se a sobreposição de todos eles para a formação do mapa final.

Tendo em vista que o banco de dados limnológicos está contido em um trecho do canal fluvial classe 4, de acordo com o Decreto Estadual nº 10.755, de 22 de novembro de 1977, a análise das variáveis limnológicas foi realizada comparando-se com os valores de referência classe 4, determinados pela Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), de 17 de março de 2005.

### 3. Resultados e Discussão

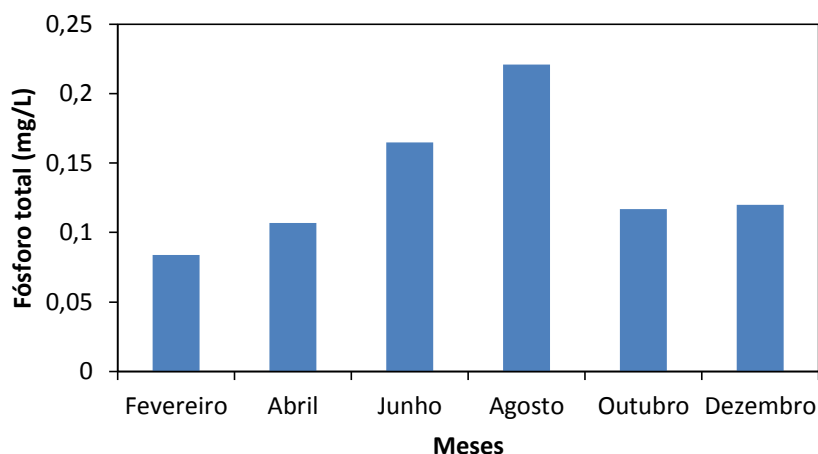
A bacia hidrográfica do Ribeirão Vai-e-Vem (mapa 1) compreende 15,52% do município de Santo Anastácio, com uma área de 85,8 km<sup>2</sup>.

#### **Mapa 1: Bacia hidrográfica do Ribeirão Vai-e-Vem.**



Os resultados apresentaram altas concentrações de fósforo total (gráfico 1), apresentando valores superiores a 0,15 mg/L. A Resolução CONAMA 357 determina que o valor máximo para fósforo total em ambientes classe 3 é de 0,075 mg/L, valores maiores que este se enquadram em cursos classe 4, que é o caso do trecho analisado. Portanto, apesar dos altos valores da variável fósforo total, o trecho encontra-se dentro dos limites da legislação ambiental. Estes altos valores podem indicar despejos de efluentes domésticos nos cursos de água ou uso de fertilizantes agrícolas (BUZELLI, CUNHA-SANTINO, 2013).

**Gráfico 1: Concentração de fósforo total nas amostras coletadas.**

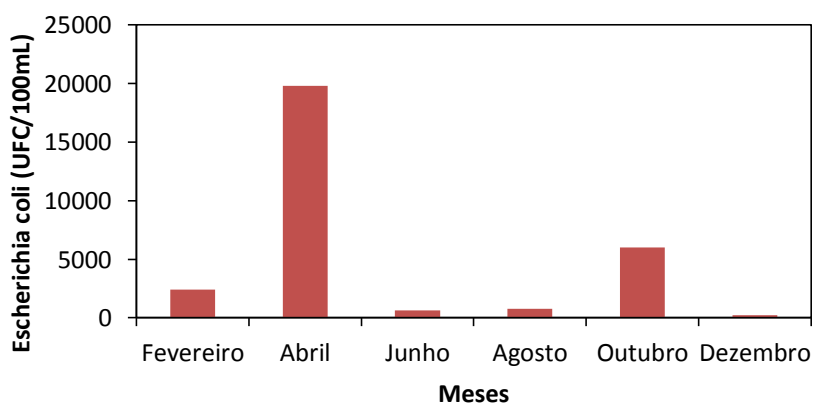


Fonte: Companhia Ambiental do Estado de São Paulo.

Os resultados de *Escherichia coli* estão apresentados no gráfico 2. As altas concentrações de *Escherichia coli* (coliformes termotolerantes), principalmente na amostra coletada no mês de abril, indicaram a presença de organismos patogênicos na água.

Provavelmente estes resultados podem estar relacionados aos lançamentos de esgotos domésticos nos cursos d'água *in natura* ou quando não há eficiência no tratamento do esgoto, ou seja, é lançado com carga remanescente no canal fluvial.

**Gráfico 2: Concentração de *Escherichia coli* nas amostras coletadas.**



Fonte: Companhia Ambiental do Estado de São Paulo.

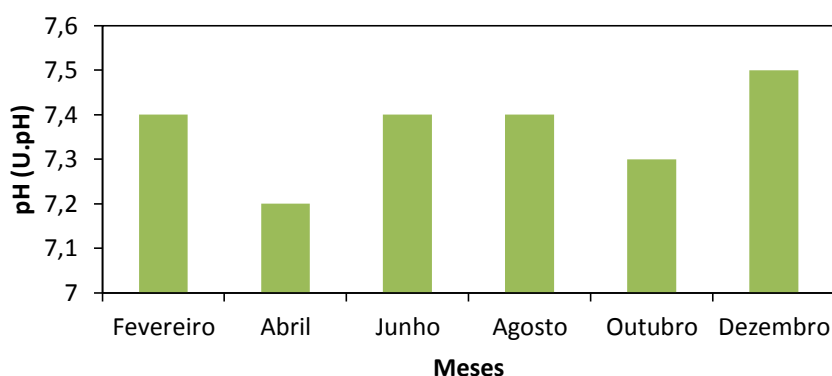


Estudos indicam que a *Escherichia coli* encontra-se presente em grandes quantidades no trato intestinal de todos os mamíferos (OLIVEIRA *et al*, 2011; DANELUZ, TESSARO, 2015; AMARAL *et al*, 2003). Assim, sendo detectado em águas superficiais, indica contaminação fecal.

Quando se têm no uso e cobertura da terra a classe predominantemente de pastagens, pode ocorrer a contaminação das águas superficiais por meio das fezes dos animais, através do escoamento superficial.

Para os corpos hídrico com classe 4, a Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) nº 357, de 17 de março de 2005, determina que as águas devem ter condições de oxigênio dissolvido superior a 2,0 mg/L em qualquer amostra e pH variado de 6,0 a 9,0. No gráfico 3 temos as concentrações de pH nas amostras coletadas, o que evidencia que a Resolução está sendo atendida.

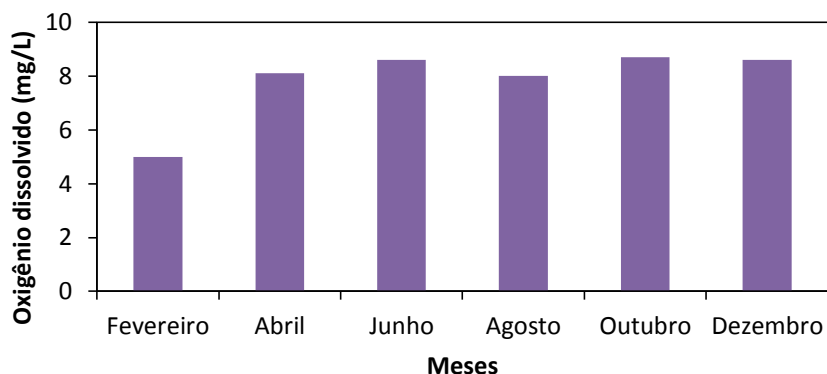
**Gráfico 3: Concentrações de pH nas amostras coletadas.**



Fonte: Companhia Ambiental do Estado de São Paulo.

O Ribeirão Vai-e-Vem apresenta altas concentrações de oxigênio dissolvido (gráfico 4), com uma média de 8 mg/L no ano de 2017.

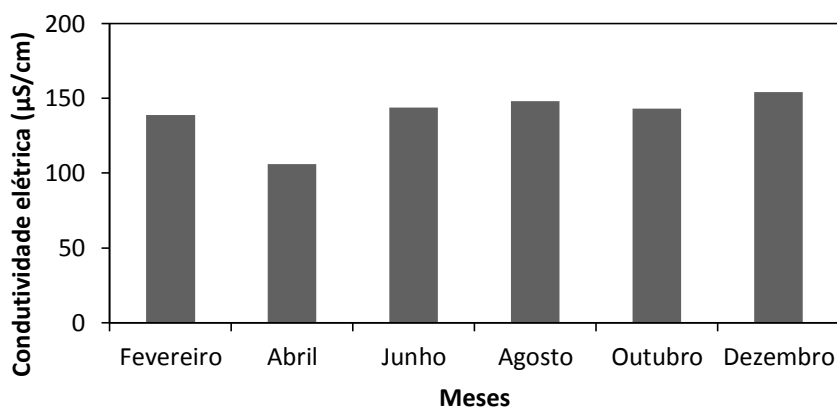
**Gráfico 4: Concentrações de oxigênio dissolvido nas amostras coletadas.**



Fonte: Companhia Ambiental do Estado de São Paulo.

Nota-se que todos os valores obtidos de condutividade elétrica foram maiores que 100  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (gráfico 5), geralmente valores mais elevados de condutividade elétrica se encontram em ambientes poluídos por esgoto doméstico e/ou industrial (Brasil, 2014).

**Gráfico 5: Condutividade elétrica nas amostras coletadas.**



Fonte: Companhia Ambiental do Estado de São Paulo.

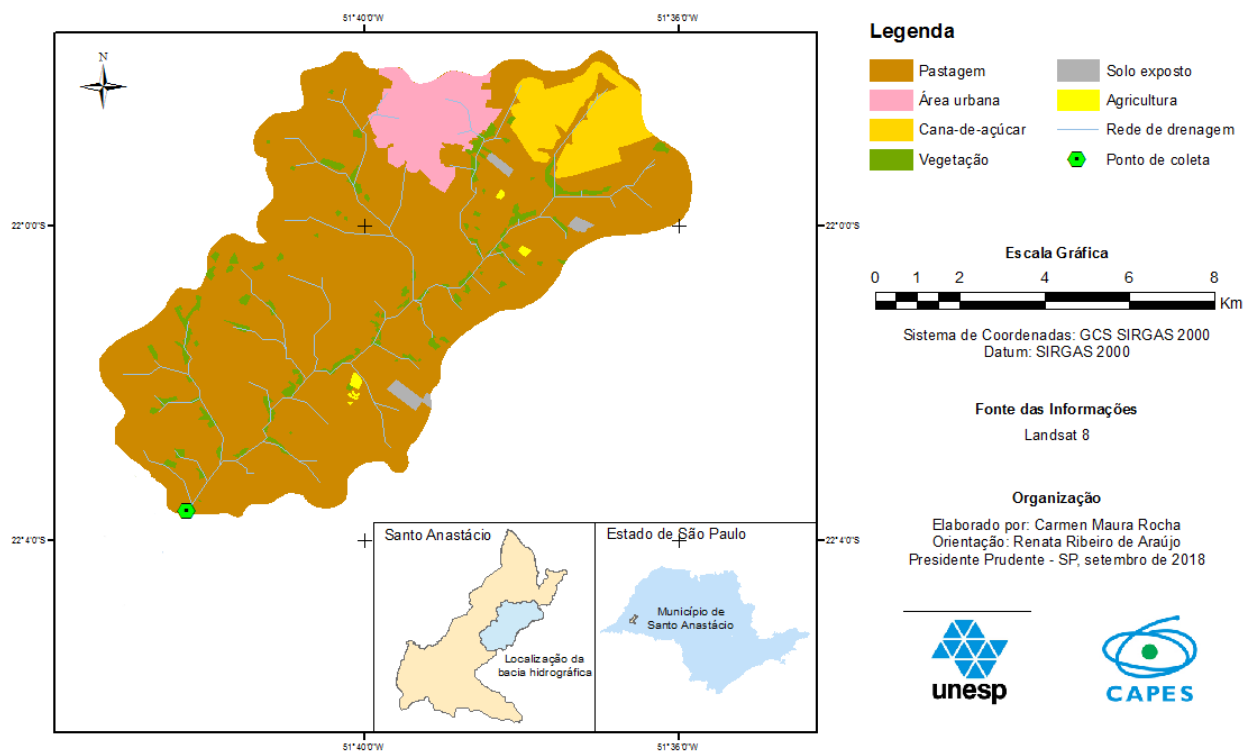
O uso e cobertura da terra da sub-bacia hidrográfica, que compreende a área de drenagem até o ponto de monitoramento das variáveis limnológicas, está exposto no mapa 2.

**Mapa 2: Uso e cobertura da terra na região da sub-bacia hidrográfica do Ribeirão Vai-e-Vem.**





## USO E COBERTURA DA TERRA NA SUB BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO VAI-E-DEM



A carta demonstrou que as classes que ocupam a área em estudo foram: área urbana, solo exposto, agricultura, vegetação, plantação de cana-de-açúcar e pastagem.

Os resultados indicaram ainda que, as classes que possuíram maior área foram a pastagem, a área urbana e a plantação de cana-de-açúcar, as duas últimas localizadas ao norte da bacia hidrográfica. É importante destacar que a classe pastagem apresentou 84,11% da área total da sub-bacia hidrográfica, em seguida 6,22% de plantação de cana-de-açúcar e 6,17% de área urbana.

A análise dos resultados limnológicos com o uso e cobertura da terra permitiu verificar que a contaminação biológica por *E. coli* provavelmente é consequência dos usos antrópicos, pastagem e área urbana.



#### 4. Conclusões

Esta pesquisa de iniciação científica foi importante para adquirir conhecimento sobre as interferências que o uso e cobertura da terra podem causar na qualidade dos cursos hídricos. Ressalta-se, porém, que vários fatores antrópicos podem interferir na qualidade da água de determinado canal fluvial, além dos fatores naturais, como a formação geológica e geomorfológica, fatores climáticos, entre outros.

A pesquisa também possibilitou o aprofundamento das técnicas utilizadas para a delimitação de bacias hidrográficas através do *software* ArcGIS. A utilização deste método foi uma importante ferramenta conhecer e delimitar informações sobre a área de estudo. Vale destacar a necessidade do trabalho de campo para verificação dos resultados obtidos por meio das técnicas de geoprocessamento.

#### 5. Agradecimentos

Ao projeto “Novas fronteiras no Oeste: relação entre Sociedade e natureza na microrregião de Ceres em Goiás (1940-2013)” do Programa Nacional de Cooperação Acadêmica (PROCAD), com o apoio da CAPES – Processo 2980/2014.

#### 6. Referências

AMARAL, L. A. do et al. Água de consumo humano como fator de risco à saúde em propriedades rurais. **Rev saúde pública**, v. 4, n. 37, p. 510-514, 2003.

BRAGA, B. et. al. **Introdução à Engenharia Ambiental**. 2 ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

BRASIL EM RELEVO. **Brasil em relevo - São Paulo**. Disponível em: <<https://www.cnpm.embrapa.br/projetos/relevobr/download/sp/sp.htm>>. Acesso em: 31 ago. 2018.



Brasil. (17 de mar. de 2005). **Resolução CONAMA nº 357, de 17 de mar. de 2005**. Acesso em 25 de set. de 2018, disponível em Resolução CONAMA nº 357: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>

Brasil. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAS / Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde. – Brasília : Funasa, 2014.

BUZELLI, G. M.; CUNHA-SANTINO, M. B. Análise e diagnóstico da qualidade da água e estado trófico do reservatório de Barra Bonita (SP). **Ambi-Agua**, Taubaté, v. 8, n. 1, p. 186-205, 2013.

DANELUZ, Débora; TESSARO, Dinéia. Padrão físico-químico e microbiológico da água de nascentes e poços rasos de propriedades rurais da região sudoeste do paraná. **Arquivos do instituto biológico**, São Paulo, v. 82, p. 1-5, 2015.

GARCEZ, Lucas Nogueira; ALVAREZ, Guillermo Acosta. **Hidrologia**. 2 ed. Edgard Blücher Ltda., 1988.

IBGE, Departamento De Recursos Naturais E Estudos Ambientais. **Manuais técnicos em geociências**: Manual técnico do uso da terra. Rio de Janeiro: IBGE, 1999.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA - IBGE. **Malhas digitais**. Disponível em: <<https://mapas.ibge.gov.br/bases-e-referenciais/bases-cartograficas/malhas-digitais.html>>. Acesso em: 31 ago. 2018.

LIBÂNIO, Marcelo. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**. 3 ed. Campinas: Editora Átomo, 2005.

MOTA, Suetônio. **Introdução à engenharia ambiental**. 3 ed. Rio de Janeiro: ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2003. 416 p.

OLIVEIRA, V. I. et al. Avaliação de contaminação por escherichia coli em amostras de água de lagoa. **IBEAS – Instituto brasileiro de estudos ambientais**, 2011.

PORTAL DA QUALIDADE DAS ÁGUAS. **Indicadores de qualidade - índice de qualidade das águas (IQA)**. Disponível em: <<http://portalpnqa.ana.gov.br/indicadores- indice-aguas.aspx>>. Acesso em: 28 fev. 2018.

SAMPAIO, Bruna Dienifer Souza. **Pagamento por serviços ambientais nas propriedades rurais do alto curso da bacia do Ribeirão Vai-e-Vem, município de Santo Anastácio (SP)**. Monografia (Monografia em Geografia). Presidente Prudente. 2015.

SPERLING, Marcos Von. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3 ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2005.



VILLELA, Swami Marcondes; MATTOS, Arthur. **Hidrologia aplicada**. McGraw-Hill do Brasil Ltda., 1975.