

EFEITOS ANTRÓPICOS NA QUALIDADE DA ÁGUA NO CÓRREGO CANTAGALO - TRÊS RIOS-RJ

Luana Alves Riente, Leonardo Mitrano Neves, Maira Freire Pecegueiro do Amaral, Erika Cortines
(Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Av. Prefeito Alberto Silva Lavinias, 1847, Centro, Três Rios, Cep 25804-100, luana.rient@gmail.com)

RESUMO

O uso de parâmetros físicos e químicos da água como indicadores de qualidade ambiental é fundamental para avaliar e monitorar impactos em diferentes ecossistemas. A água é um dos elementos naturais que mais responde aos impactos gerados nas bacias hidrográficas, tanto em termos de quantidade quanto de qualidade. Relacionar os tipos de uso e ocupação dos solos aos aspectos físico-químicos da água pode ser um passo importante para a gestão de recursos hídricos dos municípios no âmbito dos comitês de bacias hidrográficas. O objetivo deste estudo foi caracterizar a qualidade da água do córrego Cantagalo conforme as influências antrópicas do uso do solo em sua extensão. A Sub-bacia do Córrego Cantagalo está localizada na margem esquerda do Rio Paraíba do Sul, na Região Hidrográfica 03 do Estado do Rio de Janeiro. Os parâmetros físico-químicos da água (Oxigênio Dissolvido (OD), Temperatura, pH, Sólidos Totais Dissolvidos (STD), Condutividade e Turbidez) foram medidos em seis pontos do Córrego Cantagalo escolhidos por estarem a montante ou a jusante dos pontos de influência rural, urbana, industrial e microbacias que agregam vazão aos trechos. Uma queda na qualidade da água do Córrego Cantagalo foi detectada, com as maiores diferenças observadas entre os pontos P1 e P6, localizados, respectivamente, a jusante e a montante da matriz urbana-industrial. A temperatura variou do P6 para o P1 de 16,6°C para 21,86 ° C, a turbidez de 2,88 NTU para 12,9 NTU, a condutividade de 62,2 $\mu\text{S cm}^{-1}$ para 258,8 $\mu\text{S cm}^{-1}$, os sólidos Totais Dissolvidos de 31 mg/l para 131 mg/l. É indispensável que um estudo aprofundado seja realizado, gerando medidas para a recuperação, controle e monitoramento da qualidade de água.

Palavras-chave: Fatores antrópicos; cursos d'água; qualidade de água; efluentes industriais; lançamento de esgoto *in natura*.

INTRODUÇÃO

O aumento da população exerce uma enorme pressão sobre os recursos hídricos, tanto pelo aumento da demanda agrícola e industrial, quanto pelo aumento da poluição. No Brasil, mais de 85% da população vive nas áreas urbanas, o que causa consequente a contaminação das águas de superfície por problemas como falta de sistemas de coleta/tratamento de esgoto e a drenagem urbana insuficiente. As que mais afetam a qualidade da água são as descargas de efluentes industriais, domésticos e a modificação do uso do solo pelos processos de urbanização (Pitrat, 2010). No Brasil esgotos são lançados "*in natura*" em corpos hídricos e apenas 55,2% dos municípios possuem um sistema de coleta de esgoto e desses apenas 68,8 % foi tratado em 2008 (IBGE 2012).

A avaliação da qualidade dos recursos hídricos é de extrema importância para dar suporte ao enquadramento dos corpos hídricos segundo seus usos preponderantes, conforme instrumento previsto na Política Estadual de Recursos Hídricos (Lei Estadual 3.239 de 02 de agosto de 1999- Institui a Política Estadual de Recursos Hídricos). O enquadramento dos recursos hídricos tem por objetivos: "I- assegurar às águas qualidade compatível com os usos prioritários a que forem destinadas; II - diminuir os custos de combate à poluição das águas, mediante ações preventivas permanentes; e III - estabelecer as metas de qualidade da água, a serem atingidas. O rio Paraíba do Sul no trecho entre Barra do Piraí e Três Rios apresenta sua menor vazão por conta da transposição para a bacia do rio Guandú, aumentando a importância dos afluentes como o Cantagalo para a manutenção da vazão neste trecho.

Os parâmetros de qualidade utilizados neste trabalho são: O pH, que representa a concentração de íons hidrogênio H^+ , dando uma indicação sobre a condição de acidez, neutralidade ou alcalinidade da água, tendo origem natural (oxidação de matéria orgânica etc.) e origem antropogênica (despejo doméstico e industrial) (Von Sperling, 2005). A Condutividade, que indica a quantidade de sais existentes, representando uma medida indireta da concentração de poluentes. (CETESB, 2009). O Oxigênio Dissolvido (OD), que é essencial para os organismos aeróbios, tendo sua concentração diminuída quando bactérias fazem uso dele em seus processos respiratórios para a estabilização da matéria orgânica, característico de despejo de esgoto. Sólidos Totais Dissolvidos (STD), que são as partículas de menores dimensões (10-6 μm à 10-3 μm) que engloba os sais e a matéria orgânica. Temperatura, já que seu aumento está vinculado à maiores taxas de reações físicas, químicas e biológicas (Von Sperling, 2005). E a Turbidez que avalia a presença de sólidos em suspensão, tais como partículas inorgânicas (areia, silte, argila) e detritos orgânicos (algas, bactérias, plâncton etc.) (CETESB, 2009).

A água é um dos elementos naturais que mais responde aos impactos gerados nas bacias hidrográficas, tanto em termos de quantidade quanto de qualidade. Relacionar os tipos de uso e ocupação dos solos aos aspectos físico-químicos da água pode ser um passo importante para a gestão de recursos hídricos nos municípios e no âmbito dos comitês de bacias hidrográficas. Assim, é possível buscar soluções mais apropriadas e estabelecer um plano de ações para a proteção/recuperação dos mananciais e a maior eficiência no gerenciamento dos recursos hídricos. O objetivo deste estudo foi caracterizar a qualidade da água do córrego Cantagalo conforme as influências antrópicas do uso do solo em sua extensão.

METODOLOGIA

A Sub-bacia do Córrego Cantagalo está localizada na margem esquerda do rio Paraíba do Sul e localizada na Região Hidrográfica 03, do estado do Rio de Janeiro.

A coleta de água foi realizada em seis pontos ao longo da calha principal do córrego, de forma que os pontos de despejo de efluentes e contribuições de vazões das microbacias fiquem divididos para a melhor interpretação dos dados, com pontos à montante e jusante dessas influências. Para a definição dos pontos de coleta foi utilizada a imagem do *Google Earth* além de checagens de campo (Figura 1). Assim, definiram-se pontos que pudessem garantir uma caracterização dos efeitos antrópicos no córrego, sendo dois pontos com influência rural (Figuras 2 e 3), dois com influência urbana (Figuras 4 e 5) e dois com influência industrial (Figuras 6 e 7). Para fins de análise da influência dos afluentes que deságuam no leito principal do Córrego Cantagalo foram consideradas 4 microbacias (MB) que ao longo do trecho avaliado contribuem com a vazão (ver Figura 1).

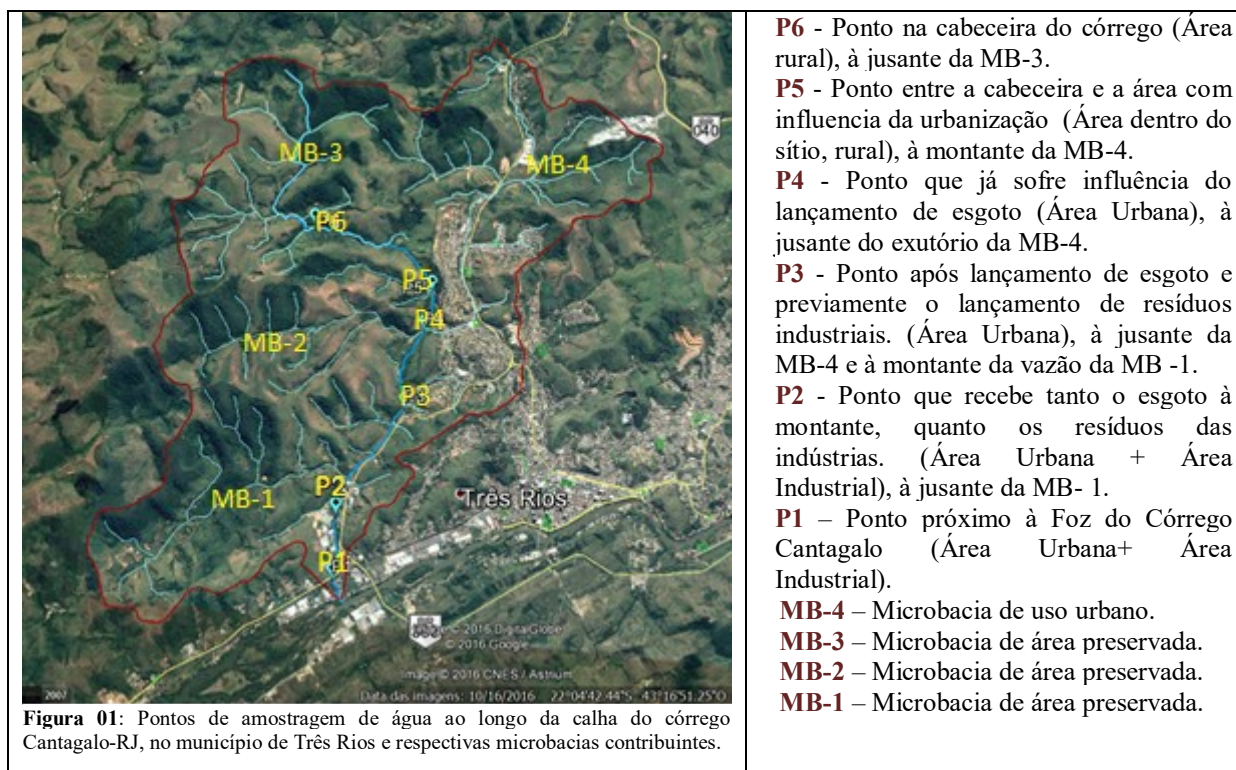


Figura 2: Ponto 6, córrego Cantagalo-RJ.



Figura 3: Ponto 5, córrego Cantagalo-RJ.



Figura 4: Ponto 4, córrego Cantagalo-RJ.



Figura 5: Ponto 3, córrego Cantagalo-RJ.



Figura 6: Ponto 2, córrego Cantagalo-RJ.



Figura 7: Ponto 1, córrego Cantagalo-RJ.

Foram escolhidos seis parâmetros para este estudo: pH; Oxigênio Dissolvido (OD), Sólidos Totais Dissolvidos (STD), temperatura, condutividade e turbidez. Os cinco primeiros parâmetros foram medidos diretamente no campo por meio de sondas. Para cada parâmetro foram feitas cinco repetições/leituras em cada um dos seis pontos de amostragem. Já a turbidez, foi analisada em laboratório, por meio de coletas de água na superfície, com três repetições por ponto de amostragem.

O material utilizado para as medições e coletas, foi: Luvas; Bloco de notas, Pisseta com água deionizada; pHmetro (HANNA); Oxímetro (ALFAKIT); Potes de coleta de água esterilizados, etiquetados por ponto e amostra; Bolsa térmica com gelo; Turbidímetro (MARTINI).

As medições e coletas foram realizadas no dia 21 de abril, entre 9:30 e 13:15h, iniciando pelo ponto P6 (próximo à cabeceira da bacia), descendo até o ponto P1 (próximo ao exutório). Antes de cada medição o aparelho utilizado foi lavado com água deionizada, evitando que o resultado fosse alterado pela medição precedente. Todos os resultados exceto turbidez foram anotados *in loco*. Os potes com as amostras de água, coletadas para a análise de turbidez, foram transportados dentro de bolsas térmicas, mantendo a temperatura das amostras em torno de 20°C, até que chegassem ao laboratório de análise (Aquamix), situado no Rio de Janeiro. Para análise da turbidez, foi utilizado no laboratório o aparelho turbidímetro (Martini), no qual foram utilizados 10 ml de cada amostra para a realização da leitura do aparelho, como branco, foi utilizado 10ml de água deionizada. Todos os dados foram planilhados no programa Excel, onde foram calculadas as médias, desvio padrão e erro padrão para cada parâmetro. Para a análise de variância multivariada permutacional (PERMANOVA; ANDERSON, 2001) foi utilizada para comparar os valores médios dos parâmetros físico-químicos da água entre os seis pontos de coleta (6 níveis, fixos). Diferenças significativas foram acompanhadas por testes de comparação par a par da PERMANOVA.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

O Oxigênio Dissolvido (OD) apresentou poucas mudanças nos pontos de amostragem, ainda assim, nos pontos P6 e P1 foram obtidas as maiores médias, 9,6 mg/l e 9,7 mg/l (Figura 8). Como o ponto P2 à montante do P1 foi observada a menor média, 7,7 mg/l, é possível que o aumento do valor do OD no P1 seja

devido aos efeitos da difusão turbulenta, já que a morfologia do trecho forma pequenas cascatas, próximas no local onde foi realizada a amostragem. A redução do OD no P2, pode ter relação com os pontos de despejo de esgotos e/ou industrial à montante do ponto, já que valores baixos de OD são associados com a presença de matéria orgânica (Weinberg, 2013). Considerando que o córrego se enquadra dentro da classe 3- águas doces do CONAMA 357, todos os pontos se enquadram dentro da norma que estabelece um limite de OD não inferior a 4mg/l.

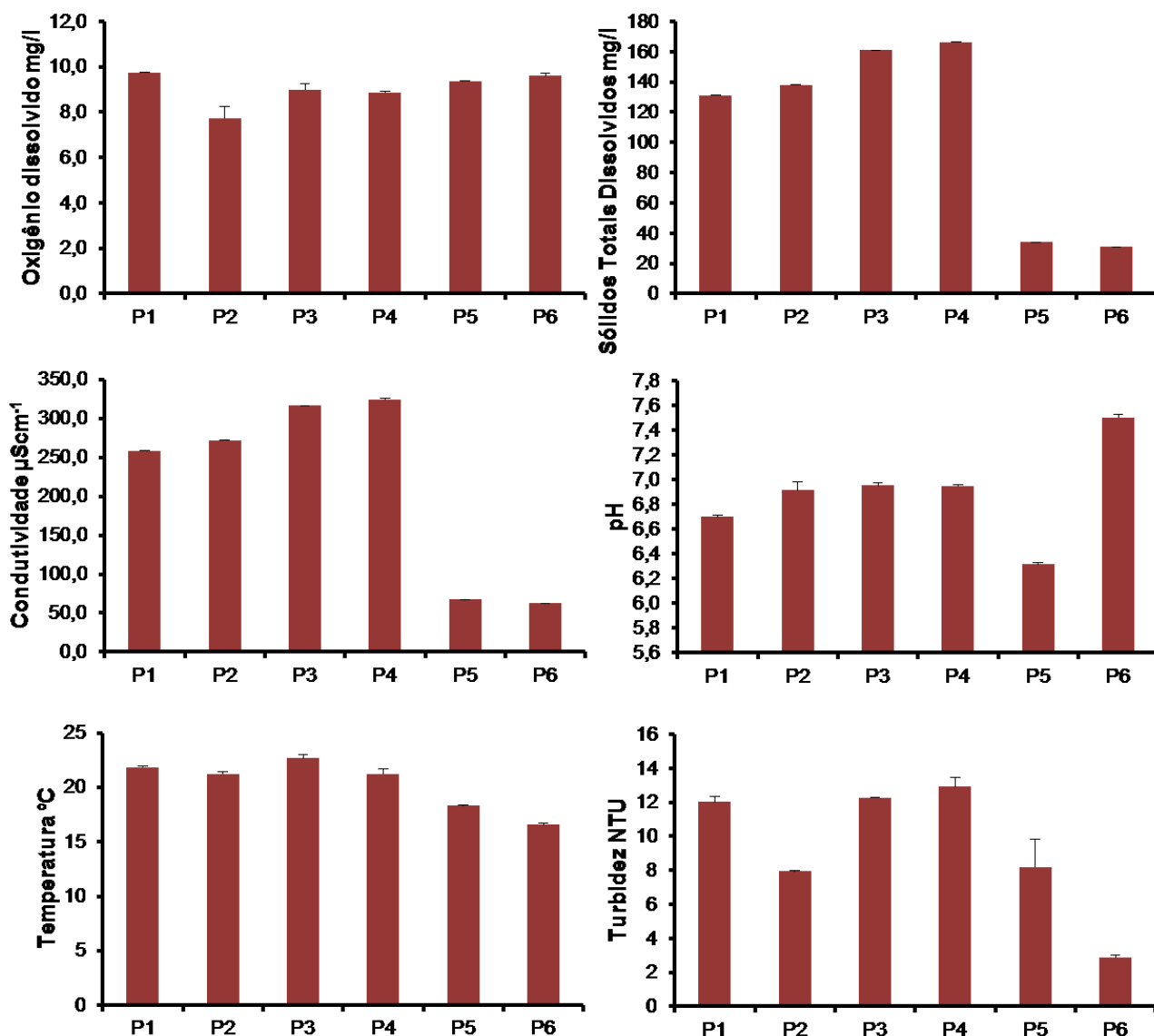


Figura 8: Médias e Erro Padrão do Oxigênio Dissolvido, Temperatura, Turbidez, Condutividade, Sólidos totais dissolvidos e pH, dos pontos de amostragem de água ao longo da calha do córrego Cantagalo-RJ.

A diferença entre as médias dos Sólidos Totais Dissolvidos foram significativas entre os pontos de influências urbanas (P3 e P4) e industriais (P1 e P2), que variaram de 131 mg/l à 166,2 mg/l, e os pontos de área rural (P5 e P6), que variaram entre 31 mg/l e 34 mg/l. Os valores de sólidos totais aumentaram consideravelmente após o recebimento do afluente da microbacia 4 que é urbanizada e apresenta população estimada de 11.700 habitantes, e nenhum tratamento ou coleta de esgoto, reduzindo consideravelmente a qualidade da água deste ponto para jusante. Os valores encontrados entre o P1 e P4 ficaram elevados devido ao lançamento de esgotos sanitários e industrial que aumentam o aporte de matéria orgânica e sais na água. Considerando a Resolução do CONAMA 357, todos os pontos estão dentro dos níveis permitido, abaixo de 500mg/l.

As médias de turbidez nos pontos de área rural foram de 2,88 NTU no P6 e 8,17 NTU no P5, considerando que houve um erro padrão maior no P5, a caracterização apropriada do ponto se torna comprometida para a discussão. Porém sugere-se que o aumento da turbidez neste ponto esteja associada à pouca profundidade do córrego (Cerca de 10-20 cm) o que pode ter causado um revolvimento das partículas mais finas com a introdução das sondas na coluna d'água. O P2 foi observada uma média mais próxima dos pontos da área rural, sendo 7,93 NTU, o que pode ter ocorrido devido à entrada de vazão da MB-1 que apresenta um uso do solo preservado com pastagens e fragmentos florestais predominantes, diluindo a concentração de matéria orgânica e sais da água. Já os demais pontos, foram obtidas médias entre 12,02 NTU e 12,9 NTU, valor que demonstra o decaimento da qualidade da água. Este aumento da turbidez pode estar relacionado não apenas ao lançamento de esgoto e efluentes industriais, mais às águas pluviais que carregam partículas provenientes do escoamento superficial que é acentuado pela impermeabilização do solo na área urbana (Araujo, 2014). Ao longo do trecho avaliado, foi observado na maioria dos pontos, margens instáveis com evidências de processos erosivos, o que contribui no aporte de sedimentos, influenciando a elevação dos valores de turbidez. Ainda assim, os valores encontrados se enquadram dentro da classe 3 - águas doces do CONAMA 357, que permite a turbidez até 100 UNT.

As médias de condutividade seguem o mesmo perfil do STD, sendo que na parcela inorgânica (sais) dos STD, do P1 ao P4, as médias variaram entre 258,8 μScm^{-1} e 324,8 μScm^{-1} , que segundo a CETESB (2009) são considerados valores indicadores de ambientes impactados (superiores a 100 μScm^{-1}) enquanto as médias do P5 e P6 variam de 62,2 μScm^{-1} para 67,2 μScm^{-1} indicam ambientes menos impactados.

Os valores de pH variaram entre 6,7 e 7,0 nos pontos de área não rural, inclinando-se para um caráter levemente ácido. Valores baixos de pH tem como principal causa a presença de CO_2 , ácidos minerais e sais hidrolisados, que são indicativos de presença de efluentes industriais ou despejo doméstico (Weinberg, 2013). No P5 foi observado o menor pH 6,3, o que pode ter acontecido por origem natural, já que nas proximidades do ponto existe a presença de animais como cavalos, cães e bois, estes liberam excretas no meio, o que aumenta o aporte de nitrogênio amoniacal (NH_3), que passa pelo processo de nitrificação, que é a oxidação do nitrogênio amoniacal (NH_3) para nitrito (NO_2^-), liberando os íons H^+ que diminuem o pH, e então para nitrato (NO_3^-) (Von Sperling, 2005). O P6 foi o único que teve valor mais básico 7,5, o que pode estar relacionado às algas que estavam presentes no trecho, que ao realizar seu processo de fotossíntese acabam por consumir gás carbônico e portanto diminuindo o teor de ácido carbônico da água (Pereira, 2004). Os valores permitido de pH para o enquadramento do Córrego, classe 3- águas doces na Resolução CONAMA 357 é entre 6,0 e 9,0, estando todos os pontos dentro desta margem.

A Temperatura variou entre os pontos, sendo as menores médias observadas nos pontos da área rural (P6 e P5), 16,6°C e 18,32°C. Enquanto as médias entre os demais pontos variaram entre 21°C e 22,72°C, sendo a amplitude térmica entre os ponto de cerca de 6 °C. A elevação da temperatura aumenta as taxas de reações físicas, químicas ou biológicas, além de diminuir a solubilidade de gases, como oxigênio, gerando mau cheiro. Variações de temperaturas não esperadas podem resultar em alterações nas comunidades aquáticas e consequentemente na deteriorização da qualidade da água (Weinberg, 2013).

A PERMANOVA foi utilizada para avaliar as diferenças nos parâmetros físico-químicos da água entre os seis pontos de coleta. Maiores valores médios de temperatura, STD, condutividade e turbidez foram registrados para os pontos sob influência urbano-industrial (P3 e P4), enquanto os maiores valores de pH foram observados no ponto P6, menos impactado. (Tabela 1). Comparando apenas o ponto de cabeceira (P6) e o ponto do exutório (P5) a diminuição da qualidade da água no córrego fica mais evidente, já que a temperatura variou de 16,6°C para 21,86 °C, a turbidez de 2,88 NTU para 12,9 NTU, a condutividade de 62,2 $\mu\text{S cm}^{-1}$ para 258,8 $\mu\text{S cm}^{-1}$, os sólidos Totais Dissolvidos de 31 mg/l para 131 mg/l.

Tabela 1. Análise multivariada permutacional da variância (PERMANOVA) das comparações das variáveis físico-químicas da água entre os pontos de coleta do Córrego Cantagalo.

Parâmetro	G.L	SS	MS	Pseudo-F	P	Comparações par a par
Oxigênio dissolvido	5	0,389	7,7882E-2	8,731	0,0001	P1,P6 > P2,P4
Temperatura	5	0,331	6,6353E-2	106,5	0,0001	P3>P1,P4>P5>P6
pH	5	5,9975E-2	1,1995E-2	168,0	0,0001	P6>P2,P3,P4>P1>P5
STD	5	15,12	3,025	2,5467E6	0,0001	P4>P5,P6
Condutividade	5	15,09	3,018	74972	0,0001	P3,P4>P1,P2>P5,P6
Turbidez	5	3,489	0,6979	35,50	0,0002	

(Legenda: G.L = graus de liberdade; SS = soma dos quadrados, MS = média da soma dos quadrados)

Foi observado a presença de larvas de Chironomidae nos pontos P4, P3 e P2, ou na corrente d'água ou acumulando-se no substrato do leito. Essas larvas são bioindicadoras de atividades antrópicas (Bochini, 2003) (Figura 9). Nas margens desses mesmos pontos a presença de algas verdes e deposição de particulado orgânico provenientes de esgoto também foi observado. Especificamente no ponto P4, onde os efeitos antrópicos negativos se iniciam, a partir da entrada da vazão da microbacia urbana (MB-4), o odor de esgoto é acentuado, além de apresentar uma coloração azul clara.



Figura 9: Indício de poluição por atividades antrópicas a partir da presença de larvas de Chironomidae, algas verdes e matéria orgânica se acumulando no substrato do leito do rio no ponto 4 (P4), córrego Cantagalo-RJ.

CONCLUSÃO

Conclui-se que o córrego sofre efeitos antrópicos negativos, devido aos usos do solo da sua bacia, suas águas recebem despejos urbanos e industriais sem nenhum tipo de tratamento, levando a uma redução da qualidade da água. Isso gera impactos sobre todas as espécies que dependem do recurso para sua sobrevivência, além da população que vive próximo às suas margens. Ainda que estejam dentro dos limites da Resolução do CONAMA 357, são necessários investimentos públicos e privados em saneamento para que haja a recuperação, controle e monitoramento da qualidade de água. Entre as medidas sugeridas estão a exigência do tratamento de efluentes pelas empresas localizadas na bacia, implantação de um sistema de coleta e tratamento de esgoto adequado pela companhia de saneamento local; ações de recuperação de nascentes e reflorestamentos ambientais. Estas medidas são fundamentais para garantir resultados positivos em relação à melhoria da qualidade da água e aumento de vazão do córrego Cantagalo.

AGRADECIMENTOS

Ao professor Jackson Ramualdo Machado, que disponibilizou seu tempo e os equipamentos utilizados para a obtenção dos dados em campo e pela ajuda com as análises laboratoriais. Ao laboratório Aquamix, que realizou as análises de turbidez.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anderson, M. (2001) A new method for non-parametric multivariate analysis of variance. *Austral Ecology*, v. 26, p. 32– 46.
- Araujo, G. (2005) *Gestão ambiental de áreas degradadas*. 11ª edição. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 322p.
- Bochini G. O uso da família Chironomidae (Diptera, Insecta) como bioindicador na avaliação da qualidade das águas do Ribeirão dos Peixes. UNESP: *Rev. Ambient. Água*, vol. 10 n. 2. Disponível: <http://www.seb-ecologia.org.br/viiceb/resumos/287a.pdf>. Acessado em 08 de maio de 2017.
- CETESB (2009) *Qualidade das águas interiores no estado de São Paulo: Apêndice A*. Disponível: <http://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/32/2013/11/variaveis.pdf>. Acessado em 14 de maio de 2017.
- Sperling, V. (2005) *Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos*. Minas Gerais: UFMG 452p.
- Rio de Janeiro, 1999. Lei Estadual n. 3.239 de 02 de agosto de 1999- Institui a Política Estadual de Recursos Hídricos; Cria o Sistema Estadual de Gerenciamento dos Recursos Hídricos; regulamenta a constituição estadual, em seu artigo 261, parágrafo 1o, inciso VII; e dá outras providências.
- Pereira, R., (2004) *Identificação e Caracterização das Fontes de Poluição em Sistemas Hídricos*. Revista Eletrônica de Recursos Hídricos (RERH). Porto Alegre/RS, Brasil. Volume 1. Número 1. p. 20-36. Instituto de Pesquisas Hidráulicas/UFRGS.
- Pitrat, D. (2010). *Avaliação da contaminação por metais em rios: estudo de caso da bacia do rio Passaúna*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Paraná- UFPR. Curitiba, 231p.
- Weinberg, Á. (2013) *Uso de Índices de Qualidade de Água para a Caracterização da Bacia Hidrográfica do rio Guandu*. Rio de Janeiro. UFRJ/ Escola Politécnica.