

QUALIDADE DA ÁGUA COMO INDICADOR AMBIENTAL NO CÓRREGO CANTAGALO - TRÊS RIOS-RJ

Luana Riente Alves^{1,3} & Erika Cortines^{2,3}

Resumo: A água é um dos elementos naturais que mais responde aos impactos naturais ou antrópicos gerados nas bacias hidrográficas, tanto em quantidade quanto em qualidade. Relacionar os parâmetros físicos e químicos da água aos tipos de uso e ocupação dos solos é fundamental para direcionar as ações de gestão dos recursos hídricos nos municípios e no âmbito dos comitês de bacias hidrográficas. O objetivo deste estudo foi caracterizar a qualidade da água do córrego Cantagalo em pontos com influência industrial, urbana e rural ao longo da calha principal. 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, município de Três Rios. 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, a montante ou a jusante dos pontos de influência rural, urbana e industrial. Foi observada uma redução na qualidade da água principalmente com a chegada do afluente vindo da área urbana. As maiores diferenças foram observadas entre os pontos P1(foz) e P6 (cabecera), 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 µS/cm para 258,8 µS/cm, os sólidos Totais Dissolvidos de 31 mg/L para 131 mg/L. Apesar da detecção da redução da qualidade da água, os parâmetros encontram-se dentro dos padrões da CONAMA 357 para rios de classe 3. É indispensável que se faça um mapeamento dos impactos na bacia, para se propor medidas de recuperação, controle e monitoramento da qualidade de água garantindo a saúde e bem estar da população.

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

Abstract: Water is one of the natural elements that most responds to natural and human impacts generated on water catchments, affecting water quality and quantity. Relate water chemical and physical parameters with soil use and occupation is fundamental to guide water management action on municipality and watershed committee's ambits. Objective of this work is to was to characterize water quality at Cantagalo river, on point with industrial, urban and rural uses along the major riverbed. Cantagalo's river sub basin is located on at the left margin of Paraíba do Sul river, Hydrographic region 3 from State of Rio de Janeiro, municipality of *Três Rios*. Physical-chemical water parameters as Dissolved Oxygen (OD), Temperature, pH, Total dissolved solids (STD), Conductivity, and Turbidity where measured on 6 points along riverbed of Cantagalo's river, on upper or downstream points related to urban, industrial and rural areas. It was observed reduction of water quality specially downstream the point that receives urban affluent. Major differences were observed between the point P1 (near river exuter) and P6 (near headwater catchments), located respectively downstream and upstream of urban/industrial matrix. Temperature varied from P6 to P1 from 16,6°C to 21,86 ° C, turbidity from 2,88 NTU to 12,9 NTU, conductivity from 62,2 µS/cm to 258,8 µS/cm, Total Dissolved Solids from 31 mg/Lto 131 mg/L. Even with reduction of water quality, parameters fit to CONAMA 357 resolution for river of third class. It is indispensable to map the impacts impacts on the watershed to elaborate an action plan that involves restoration, control and management of water quality, allowing a better health and life quality to nearby population.

Key-words: human factors; watercourse; industrial effluents; sewage discharge.

Introdução

O crescimento populacional exerce uma enorme pressão sobre os recursos hídricos, tanto pelo aumento do consumo, da demanda agrícola e industrial, quanto pelo aumento da poluição. O uso antrópico pode prejudicar o uso múltiplo da água para consumo doméstico, indústria, agricultura, recreação dentre outros (Sánchez *et al.* 2007, Silva *et al.* 2009). No Brasil, mais de 85% da população vive em áreas urbanas, causando principalmente a contaminação das águas de superfície por falta de sistemas de coleta/tratamento de esgoto e drenagem urbana insuficiente. As atividades que mais afetam a qualidade da água em ambientes urbanos são as descargas de efluentes industriais, domésticos e a modificação do

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto Três Rios, Av. Prefeito Alberto da Silva Lavinias 1847, Centro, 25802-100, Três Rios, RJ, ¹Bacharelado em Gestão Ambiental; ²Departamento de Ciências do Meio Ambiente; ³Autores de correspondência: luana.riente@gmail.com e ecortines@gmail.com

uso do solo pelos processos de urbanização (Pitrat 2010). No Brasil, esgotos são lançados “*in natura*” nos corpos hídricos e apenas 55,2% dos municípios possuem um sistema de coleta de esgoto e desses, apenas 68,8 % recebem tratamento (IBGE 2012).

Programas de monitoramento da qualidade da água são necessários para salvaguardar a saúde pública e os valiosos serviços ambientais prestados pelas águas (Kannel *et al.* 2007). 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 Nacional e Estadual de Recursos Hídricos (Lei Federal 9.433; Lei Estadual 3.239) (Brasil 1997, Rio de Janeiro 1999). 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 Pirai e Três Rios apresenta sua menor vazão por conta da transposição para a bacia do rio Guandu, que bombeia cerca de 110m³ de água por segundo (ANA 2016), aumentando a importância dos afluentes como o Cantagalo para a manutenção da vazão neste trecho à jusante da transposição.

Os parâmetros de qualidade da água utilizados neste trabalho foram: 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; os sólidos totais dissolvidos (STD), que são as partículas de menores dimensões (10-6 µm à 10-3 µm) que englobam os sais e a matéria orgânica; a 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.

Material e Métodos

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 Cantagalo. Os pontos foram selecionados de acordo com as influências das microbacias de melhor qualidade de água (microbacias rurais) e de pior qualidade (urbana/industrial), de forma que os pontos de despejo de efluentes e contribuições de vazões das microbacias ficaram divididos, permitindo melhor interpretação dos dados, com pontos a montante e jusante dessas influências. Para a definição dos pontos de coleta foi utilizada a imagem do

Google Earth e checagens de campo, onde cada ponto foi georreferenciado por meio de GPS GARMIN Sc62 (Figura 1 e Tabela 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).



Figura 1. Localização da área de estudo dentro da bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul, destacando a bacia do córrego Cantagalo, Três Rios, RJ e respectivos pontos de amostragem de água (P1, P2, P3, P4, P5 e P6) ao longo da calha principal do córrego e respectivas microbacias contribuintes (MB-1 – Microbacia de área rural; MB-2 – Microbacia de área rural; MB-3 – microbacia de área rural; MB-4 – microbacia de uso urbano/industrial) (Modificado de: Agência Nacional de Águas e Google Earth Pro).

Para avaliar a qualidade da água nestes pontos, foram escolhidos seis parâmetros físico-químicos: 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: pHmetro (HANNA) e Oxímetro (ALFAKIT). A calibragem dos equipamentos foi feita em laboratório de acordo com as normas para cada equipamento. Para cada parâmetro foram feitas cinco repetições/leituras em cada um dos seis pontos de amostragem. Já a turbidez, foi analisada em laboratório com um Turbidímetro (MARTINI),

por meio de coletas de água na superfície, com três repetições por ponto de amostragem. As medições e coletas foram realizadas em época sem chuva no dia 21 de abril de 2017, 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 dados foram planilhados no programa Excel, onde foram calculadas as médias, desvio padrão e erro padrão para cada variável. 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.

Tabela 1. Caracterização dos pontos de amostragem de água (P) quanto à localização e uso preponderante do solo, ao longo da calha principal do Córrego Cantagalo-RJ, coordenadas geográficas e altitude em metros sobre o nível do mar.

CÓDIGO do PONTO	CARACTERIZAÇÃO DO PONTO	COORDENADA GEOGRÁFICA	ALTITUDE
P1	Ponto próximo à Foz do Córrego Cantagalo (Área Urbana + Área Industrial).	22°07'33'' S 43°13'58'' O	276
P2	Ponto que recebe tanto o esgoto a montante quanto os resíduos das indústrias (Área Urbana + Área Industrial), a jusante da MB- 1.	22°07'10'' S 43°13'58'' O	283
P3	Ponto após lançamento de esgoto e previamente o lançamento de resíduos industriais (Área Urbana), a jusante da MB-4 e a montante da vazão da MB -1.	22°06'29'' S 43°13'33'' O	294
P4	Ponto com influência do lançamento de esgoto (Área Urbana), a jusante do exutório da MB-4.	22°05'58'' S 43°13'26'' O	308
P5	Ponto entre a cabeceira e a área com influência da urbanização (Área rural), a montante da MB-4.	22°05'42'' S 43°13'24'' O	314
P6	Ponto na cabeceira do córrego (Área rural), a jusante da MB-3.	22°05'17'' S 43°14'16'' O	365



Figuras 2 e 3. Ponto 6 (P6) e 5 (P5), respectivamente, com uso do solo predominante rural, na cabeceira do córrego Cantagalo-RJ.



Figuras 4 e 5. Pontos 4 e 3, respectivamente, em um trecho do rio que já recebeu um afluente proveniente de área urbana, no córrego Cantagalo-RJ.



Figura 6 e 7: Ponto 2 (P2), à jusante da área urbana e industrial e Ponto 1 (P1), próximo à foz do córrego Cantagalo-RJ.

Resultados e Discussão

Os pontos amostrados na área rural foram os que mais se diferenciaram dos demais, principalmente com relação aos Sólidos Totais Dissolvidos, Condutividade e Turbidez (Figura 8).

Atividades urbanas contribuem para o aumento da poluição e redução da qualidade do corpo hídrico receptor (Tsihrintzis & Hamid 1998).

O oxigênio dissolvido (OD) apresentou pouca variação entre os 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 cachoeiras, próximas no local onde foi realizada a amostragem. Valores baixos de OD são associados com a presença de matéria orgânica (Weinberg 2013).

A diferença entre as médias dos Sólidos Totais Dissolvidos foram maiores 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, englobando os bairros, Mutirão, Santa Terezinha, Loteamento Vale Esperança, Boa União, Mirante Sul, Cidade Nova e Santa Rosa, nenhum deles com coleta ou tratamento de esgoto. Este aporte reduz consideravelmente a qualidade da água do P4 para jusante, principalmente

no que se refere à condutividade, turbidez e STD. Os valores encontrados entre o P1 e P4 ficaram elevados provavelmente devido ao lançamento de esgotos sanitários e industriais que aumentam o aporte de matéria orgânica e sais na água.

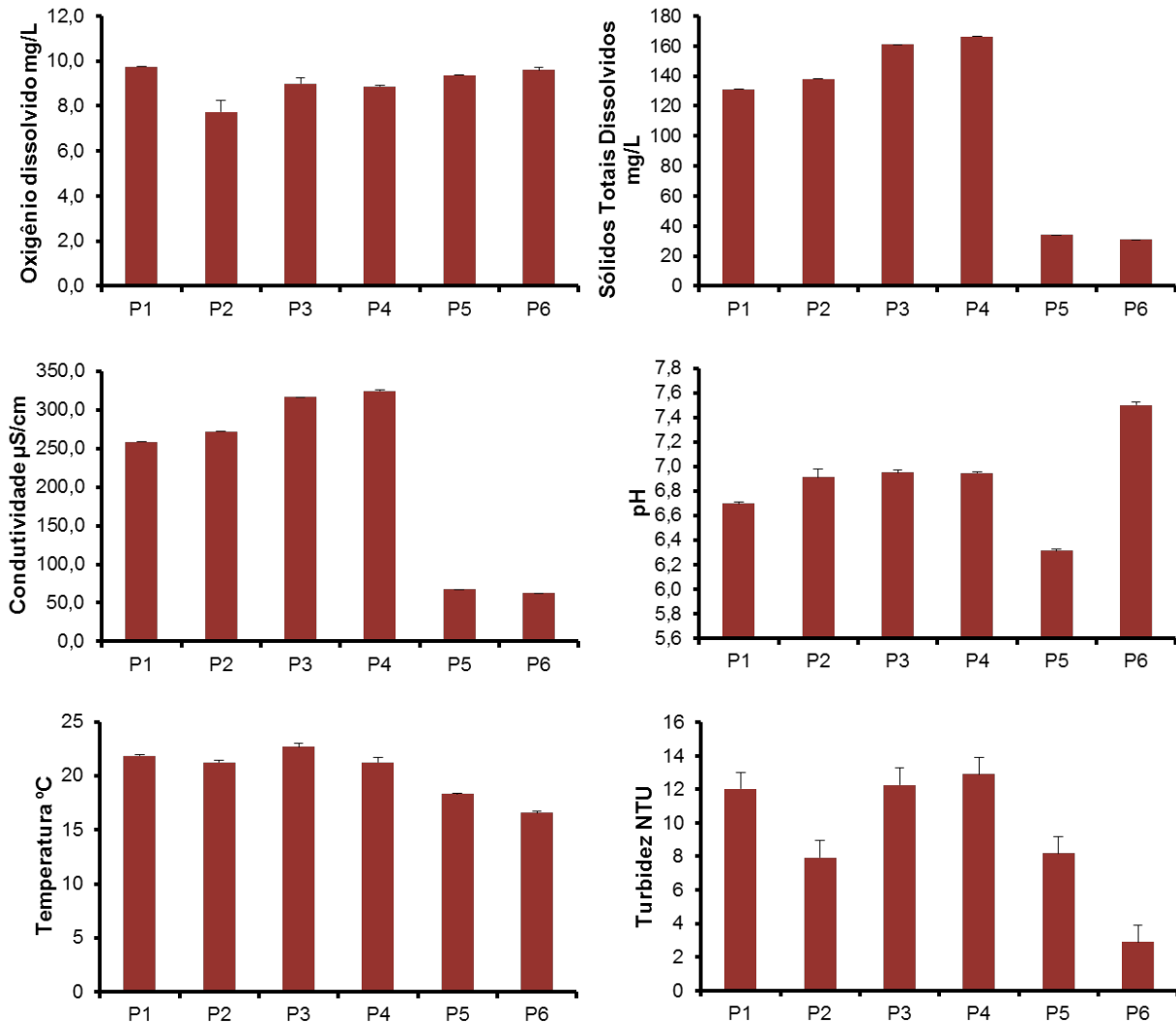


Figura 8. Médias e Desvio Padrão do oxigênio dissolvido, temperatura, turbidez, condutividade, sólidos totais dissolvidos e pH, dos pontos de amostragem de água ao longo da calha do córrego Cantagalo-RJ.

As médias de turbidez nos pontos de área rural foram de 2,88 NTU no P6 e 8,17 NTU no P5. O erro padrão maior no P5, para o aumento da turbidez pode estar associado à pouca profundidade do córrego (de 10-20 cm) o que pode ter causado um revolvimento das partículas mais finas e afetado a turbidez. No P2 foi observado 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 menos impactante 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. O 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 (ARAÚJO 2014) e pelas extensas áreas de pastagens nas microbacias

contribuintes. 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.

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 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e 324,8 $\mu\text{S}/\text{cm}$, que segundo a CETESB (2009) são considerados valores indicadores de ambientes impactados (superiores a 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$) enquanto as médias do P5 e P6 variam de 62,2 $\mu\text{S}/\text{cm}$ para 67,2 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 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, sendo valores naturais para ambientes aquáticos de água doce. 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. Estas excretas podem aumentar 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). No entanto, o pH do P5 ainda está dentro do esperado. 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).

A temperatura variou entre os pontos, sendo as menores médias observadas nos pontos da área rural (P6 e P5) que foram os primeiros pontos a serem coletados. Já as médias entre os demais pontos tiveram uma amplitude térmica de cerca de 6° C. Embora o horário de coleta tenha tido 40 min. entre cada ponto, os pontos encontravam-se em sua maioria na sombra, alterando pouco os resultados. A variação da altitude em cerca de 100 m pode ter influenciado, pois, a cada 100 m, pode-se ter uma redução na temperatura atmosférica de 1° C (Mendonça & Danni-Oliveira 2007), o que conseqüentemente pode influenciar a temperatura da água. A variação da hora de coleta pode ter influenciado no valor da temperatura tendo em vista que houve uma diferença de cerca de 4 h entre o P6 (cabeceira) e o P1 (foz). A elevação da temperatura aumenta a velocidade das reações físicas, químicas e biológicas, além de diminuir a solubilidade de gases, como o oxigênio. Variações de temperatura não esperadas podem resultar em alterações nas comunidades aquáticas e conseqüentemente na deterioração 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 2).

Tabela 2. 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	7,788	8,731	0,0001	P1, P6 > P2, P4
Temperatura	5	0,331	6,635	106,5	0,0001	P3> P1, P4> P5> P6
ph	5	5,997	1,199	168,0	0,0001	P6> P2, P3, P4> P1> P5
STD	5	15,12	3,025	2,546	0,0001	P4>P5, P6
Condutividade	5	15,09	3,018	74972	0,0001	P3, P4> P1, P2> P5, P6
Turbidez	5	3,489	0,697	35,50	0,0002	

Comparando apenas o ponto de cabeceira (P6) e o ponto do exutório (P1) a redução 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 $\mu\text{S}/\text{cm}$ para 258,8 $\mu\text{S}/\text{cm}$, os sólidos totais dissolvidos de 31 mg/L para 131 mg/L. Todos estes parâmetros são afetados pelo despejo de efluentes domésticos sem tratamento comumente observados em campo.

Apesar do lançamento de efluentes ao longo da calha principal e em seus afluentes, muitos parâmetros de qualidade enquadram os trechos do córrego (Resolução CONAMA 357) em classes de boa qualidade. Quando os parâmetros foram comparados com a resolução, apenas para os elementos Ferro e Manganês as amostras foram enquadradas como de classe 3. Para todos os outros parâmetros presentes na legislação, o enquadramento utilizando os valores das variáveis físico-químicas, foi na classe 1. Porém, à partir do P4, observou-se no campo evidências que não estão de acordo com o artigo 14 da Resolução 357, tais como: a) materiais flutuantes, inclusive espumas não naturais; b) óleos e graxas; c) substâncias que comuniquem gosto ou odor; d) corantes provenientes de fontes antrópicas; e) resíduos sólidos objetáveis. Sendo assim, medidas simples de saneamento e educação ambiental poderiam melhorar a classe de enquadramento do córrego.

Um outro indicador de poluição, que apesar de não ser o foco do estudo foi observado e está sendo foco de novas pesquisas na área de estudo, é a presença de larvas de Dipteras - Chironomidae nos pontos P4, P3 e P2. Estas larvas foram observadas em grandes quantidades ou na corrente d'água ou acumulando-se no substrato do leito. Essas larvas são bioindicadoras de atividades antrópicas (Bochini *et al.* 2017) sendo altamente tolerantes às variações ambientais (Taniwaki & Smith 2011) e resistentes à ambientes poluídos.

Nas margens desses mesmos pontos a presença de algas verdes e deposição de particulado orgânico provenientes de esgoto também foi observado e pode ser considerado uma evidência de perturbação (SCRN 2009). 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 acinzentada. Outros autores também encontraram uma influência negativa na qualidade da água após recebimento de afluente urbano quando comparado à área rural (Kannel *et al.* 2007, Sánchez 2007).

Kannel *et al.* (2007) sugerem a aplicação de índices de qualidade da água para o monitoramento, tendo em vista o baixo custo de análise. O uso de bioindicadores como os macroinvertebrados bentônicos, deve se basear em fundamentos ecológicos, ter um baixo custo e ser de rápida aplicação (Callisto *et al.* 2000). Aliados aos parâmetros físico-químicos, os indicadores biológicos podem trazer uma boa resposta em termos de ações de manejo prioritárias para as microbacias produtoras de água.

Conclusão

Conclui-se que o córrego sofre efeitos antrópicos negativos, devido à falta de manejo do solo nas áreas de pastagem, despejo de efluentes domésticos e industriais sem nenhum tipo de tratamento, levando à redução da qualidade da água. A redução da qualidade da água causa impactos negativos na cadeia ecológica dos rios, além da população que vive próximo às suas margens que fica mais susceptível a doenças. Ainda que as amostras estejam dentro dos limites dos parâmetros físico-químicos da Resolução do CONAMA 357 para Classe 1, outros elementos como presença de mau cheiro, óleos e graxas e deposição de lixo, não permitem tal enquadramento. São necessários investimentos públicos e privados em saneamento para que haja a recuperação, controle e monitoramento da qualidade de água e adequação para um real enquadramento na classe 1, beneficiando a população local. 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 nas encostas. Estas medidas são fundamentais para garantir a melhoria da qualidade da água e aumento de vazão do córrego Cantagalo e conseqüentemente maior diluição do rio Paraíba do Sul.

Agradecimentos

Ao professor Jackson Ramualdo Machado, que disponibilizou 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. Ao Programa de Iniciação Científica Voluntária (PICV) da UFRRJ.

Referências Bibliográficas

- Anderson M (2001) A new method for non-parametric multivariate analysis of variance. *Austral Ecology* 26: 32– 46.
- Agência Nacional das Águas - ANA (2016) ANA reduz vazão no Paraíba do Sul para garantir água ao Rio de Janeiro. Portal Brasil. Disponível: <<http://www.brasil.gov.br/infraestrutura/2016/02/ana-reduz-vazao-no-paraiba-do-sul-para-garantir-agua-ao-rio-de-janeiro>>. Acessado em 13 de dezembro de 2017.
- Araújo GHS, Almeida JR, Guerra AJT (2014) Gestão ambiental de áreas degradadas. 11ª edição. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil.
- Bochini G (2017) O uso da família Chironomidae (Diptera, Insecta) como bioindicador na avaliação da qualidade das águas do Ribeirão dos Peixes. UNESP: *Rev. Ambiente & Água*, 10(2). Disponível: <http://www.seb-ecologia.org.br/viiceb/resumos/287a.pdf>. Acessado em 08 de maio de 2017.
- BRASIL 1997. Lei Federal Nº 9.433 de 08 de janeiro de 1997, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos.
- Callisto M, Moreti M, Goulart M (2000) Macroinvertebrados bentônicos para avaliar a saúde de riachos. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, 6(1): 71-82.
- 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.
- Conselho Nacional de Meio Ambiente, CONAMA (2005). Resolução n. 357 de 17 de março de 2005 que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.
- Kannel PR, Lee S, Lee Y-S, Kanel SR, Khan SP (2007) Application of Water Quality Indices and Dissolved Oxygen as Indicators for River Water Classification and Urban Impact Assessment. *Environ Monit Assess*, 132: 93–110.
- 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.
- 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.
- Sánchez E, Colmenarejo MF, Vicente J, Rubio A, García MG, Travieso L, Borja R (2007) Use of water quality index and dissolved oxygen deficit as simple indicator of watershed pollution. *Ecological indicators*, 7: 315-328.
- Serviço de Conservação de Recursos Naturais - SCR/Departamento de agricultura dos Estados Unidos, 2009. Manual Nacional de Biologia, Subparte B - planejamento e conservação. Parte 614 - Protocolo de Avaliação Visual de Correntes Fluviais, Versão 2. 2009. 78p. il
- Silva FL, Moreira DC, SS Ruiz, Bochini GL (2009) Diversity and abundance of aquatic macroinvertebrate in a lotic environment in midwestern São Paulo State, Brazil. *Revista Ambiente & Água*, 4(1): 37-44.
- Taniwaki RH, Smith WS (2011) Utilização de macroinvertebrados bentônicos no biomonitoramento de atividades antrópicas na bacia de drenagem do Reservatório de Itupararanga, Votorantim – SP, Brasil. *J Health Sci Inst*. 29(1): 7-10.
- Tsihrintzis VA, Hamid R (1998) Runoff quality prediction from small urban catchments using SWMM. *Hydrological Processes*, 12: 311-329.
- Von Sperling M (2005) Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. Minas Gerais: UFMG 452p
- 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.