



AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA POR UNIDADE HIDROGRÁFICA EM FUNÇÃO DE FONTES DE POLUIÇÃO PONTUAIS E DIFUSAS NA MICROBACIA BATATAL, RIO DE JANEIRO

Lívia Furriel de Castro¹ & Naggme Hisse de Lima Dias² & Rachel Bardy Prado^{3} & Azeneth Eufrausino Schuler⁴ & Alexandre Ortega Gonçalves⁵*

Resumo - Os diferentes usos da água requerem padrões de qualidade estabelecidos pela Legislação de Recursos Hídricos. Desta forma, o monitoramento é necessário para avaliação da qualidade da água nos corpos hídricos. A bacia Guapi-Macacu apresenta grande importância para o abastecimento de água a mais de dois milhões de pessoas dos municípios de São Gonçalo e Niterói, no Estado do Rio de Janeiro. O presente estudo monitorou a qualidade da água por unidades hidrográficas na microbacia do rio Batatal, afluente do rio Macacu, no período de junho de 2014 a março de 2015. Os parâmetros analisados foram: condutividade, turbidez, pH, nitrito, nitrato e cálcio. A análise dos resultados foi feita considerando a presença de fontes de poluição pontuais e difusas, a precipitação antecedente e a vazão instantânea na data de coleta, e baseada na comparação dos valores obtidos aos padrões legais. Os parâmetros de qualidade da água na bacia não são críticos em relação aos limites estabelecidos para a Classe 2, no período monitorado. Foi detectada a degradação da qualidade da água na bacia, em função do uso e cobertura da terra e de fontes de poluição difusas e pontuais, desde as cabeceiras até o exutório.

Palavras-chave: uso e cobertura da terra; fontes de poluição da água; legislação de recursos hídricos.

WATER QUALITY ASSESSMENT FOR HYDROGRAPH UNITY RELATED TO POINT AND NONPOINT POLLUTION SOURCES IN BATATAL WATERSHED, RIO DE JANEIRO

Abstract – Different water uses require appropriate quality standards, which are set by the Water Resources Law. Thus, the monitoring is needed to assess the water quality. Studies in Guapi-Macacu Basin emphasize their importance for the water supply to more than 2 million people in the São Gonçalo and Niterói municipalities, in the Rio de Janeiro State. This study monitored water quality by hydrographic units in the Batatal watershed, whose river is a tributary of Macacu river. The monitoring of water quality was conducted from June 2014 to March 2015. The parameters analyzed were: conductivity, turbidity, pH, nitrite, nitrate and calcium. The analysis was made taking into account the point and diffuse pollution sources, precedent accumulated rainfall and instantaneous discharge, and comparing results to legally established water quality standards. The analytical data showed that water quality values of Batatal watershed are not critical, considering the period of sampling and the limits required for Class 2. However, it was detected water quality decay, depending on the land use and cover and the occurrence of pollution sources from springs to the watershed outlet.

Keywords: land use and cover, water sources of pollution, water resources legislation.

¹ Aluna de Engenharia Química da Pontifícia Universidade Católica – PUC – Rio de Janeiro

² Aluna de Engenharia Química da Pontifícia Universidade Católica – PUC – Rio de Janeiro

³ Pesquisadora da Embrapa Solos, Rio de Janeiro

⁴ Pesquisadora da Embrapa Solos, Rio de Janeiro

⁵ Pesquisador da Embrapa Solos, Rio de Janeiro



INTRODUÇÃO

A relação da dinâmica do uso e cobertura das terras com as mudanças climáticas, bem como com a qualidade e a quantidade de água, tem sido comprovada por estudos realizados em diversas escalas: global, regional e local (Zeilhofer *et al.*, 2006; Sartor *et al.*, 2007; Prado *et al.*, 2007; Menezes *et al.*, 2009; Nosetto *et al.*, 2011).

O histórico de uso agropecuário no Brasil, com a adoção de práticas não conservacionistas e pouco adaptadas à nossa condição de clima tropical, tem sido um dos principais vetores de impacto sobre ecossistemas, afetando diversos serviços ecossistêmicos, dentre eles o provimento de água. Pode-se citar como exemplo de práticas nocivas ao funcionamento do ecossistema, além do desmatamento, o cultivo intensivo do solo, a ocupação de áreas inaptas, a monocultura, a irrigação excessiva, e a aplicação de fertilizantes inorgânicos de forma indiscriminada, uma vez que interferem nos processos ecológicos, com impactos diretos sobre a água (Gliessman, 2000). Para compreender o processo de degradação dos recursos hídricos é preciso uma avaliação temporal e espacial da bacia hidrográfica em foco, levando em consideração as diferentes classes de uso e cobertura da terra, bem como as principais fontes de poluição pontual e difusa (Prado *et al.*, 2007; Menezes *et al.*, 2009).

A bacia Guapi-Macacu, com aproximadamente 1.265,5 km², é drenada pelos rios Guapiaçu e Macacu, e abrange vários municípios ao leste da baía de Guanabara, no estado do Rio de Janeiro, sendo Guapimirim e Cachoeiras de Macacu, os de maior área dentro da bacia (Penha *et al.*, 2012). Esta bacia foi selecionada para estudo, pelo fato de possuir fragmentos florestais ainda preservados, muitos localizados em unidades de conservação do Mosaico Central Fluminense de Mata Atlântica, o que favorece a produção de água. Além disso, a bacia Guapi-Macacu fornece água para o abastecimento de mais de 2 milhões de habitantes de São Gonçalo e Niterói (RJ), no estado do rio de Janeiro (Benavides *et al.*, 2009).

Em relação ao uso, apesar da presença dos fragmentos florestais, a bacia sofreu impactos negativos relacionados ao processo de uso e ocupação da região ao longo do século XX, tais como extensas monoculturas com baixo grau de conservação do solo e da água (cana-de-açúcar, o café e a laranja), a urbanização sem saneamento adequado, a destruição de matas ciliares, a industrialização e a extração vegetal e mineral (madeiras, argila, calcário e areia) (Benavides, 2009). Estas ações implicaram em processos erosivos e de assoreamento e contaminação dos rios, reduzindo a disponibilidade hídrica e a qualidade da água.

Durante três anos, a Embrapa e instituições parceiras realizaram pesquisas de avaliação da qualidade da água em sub-bacias do Guapi-Macacu (2010-2012). Após este período, identificou-se a necessidade de melhor compreender os processos de degradação da qualidade da água, sendo selecionada uma sub-bacia com classes de uso e cobertura diversificadas, para estudo de caracterização de fontes de poluição, e da adequação das classes de uso e cobertura na bacia. O propósito deste estudo é subsidiar a adoção de alternativas de manejo agrícola e de intervenções pelos gestores de bacia, para combater os problemas relacionados aos impactos do uso e cobertura em áreas rurais sobre a qualidade da água. O presente trabalho apresenta informações preliminares da avaliação da qualidade da água e os fatores que afetam seus parâmetros na Bacia do Rio Batatal.

METODOLOGIA

O presente monitoramento foi realizado na microbacia drenada pelo rio Batatal, afluente da margem esquerda do rio Macacu, e que possui 37 km² de área com um mosaico de usos



agropecuários e fragmentos florestais em diferentes estágios de sucessão (Tabela 1), destacando-se o cultivo de banana (perene) nas partes mais elevadas; o predomínio de culturas anuais (aipim, milho, feijão) na parte de baixada; e ocorrência de pastagens em diferentes posições do relevo, tornando a microbacia representativa da situação de uso e cobertura da bacia Guapi-Macacu. Possui ainda uma das maiores concentrações populacionais rurais da bacia Guapi-Macacu, disposta em dois núcleos (Faraó de Cima e Faraó de Baixo), onde não ocorrem captação e tratamento de esgoto doméstico. O uso de fertilizantes e corretivos é freqüente nas culturas anuais, em geral localizadas nas áreas baixas (várzeas).

Tabela 1. Classes de uso e cobertura da terra predominantes na microbacia e respectivas áreas.

Classes	Área (ha)	Área (%)
Área Agrícola	130,0	3,5
Pastagem	1040,0	28,1
Vegetação em estágio avançado de regeneração	659,9	17,8
Vegetação em estágio inicial de regeneração	850,1	23,0
Vegetação em estágio médio de regeneração	1019,0	27,5
Total	3699,0	100

Fonte: Penha, 2012.

O monitoramento da qualidade da água iniciou-se no mês junho de 2014, seguindo-se as coletas de julho, setembro e outubro do mesmo ano e janeiro e março de 2015. Foram amostrados 12 pontos dispostos ao longo da microbacia Batatal, sendo três alocados em seu curso principal e nove em afluentes. O ponto 1 está localizado na parte mais elevada da microbacia; o ponto 5 é um ponto intermediário no curso do rio Batatal; o 11 é o mais próximo ao exutório da microbacia do Batatal; o 12 foi selecionado como ponto de referência, por estar em córrego afluente cuja área de contribuição possui cobertura vegetal nativa preservada; e os demais pontos localizam-se nos exutórios de cada unidade hidrográfica da microbacia (Figura 1).

Os parâmetros condutividade e pH foram medidos em laboratório e a turbidez a partir de um turbidímetro portátil. Nitrito e nitrato foram analisados em cromatógrafo de íons e o cálcio em Espectrômetro de Emissão por Plasma (ICP-OES). Os dados de pluviosidade foram obtidos a partir de estação meteorológica instalada na porção mais elevada da microbacia. Os resultados foram organizados em planilha Excel, sendo gerados os gráficos por parâmetros. A análise dos resultados foi feita correlacionando os resultados dos parâmetros com as fontes de poluição presentes na microbacia, bem como levando em conta a disposição do uso e cobertura da terra, características do solo e geologia local e com dados de pluviosidade. Também foram confrontados os resultados com os limites preconizados pelo CONAMA 357 para a Classe 2, uma vez que o rio Batatal não possui enquadramento segundo Lei de Recursos Hídricos 9.433.

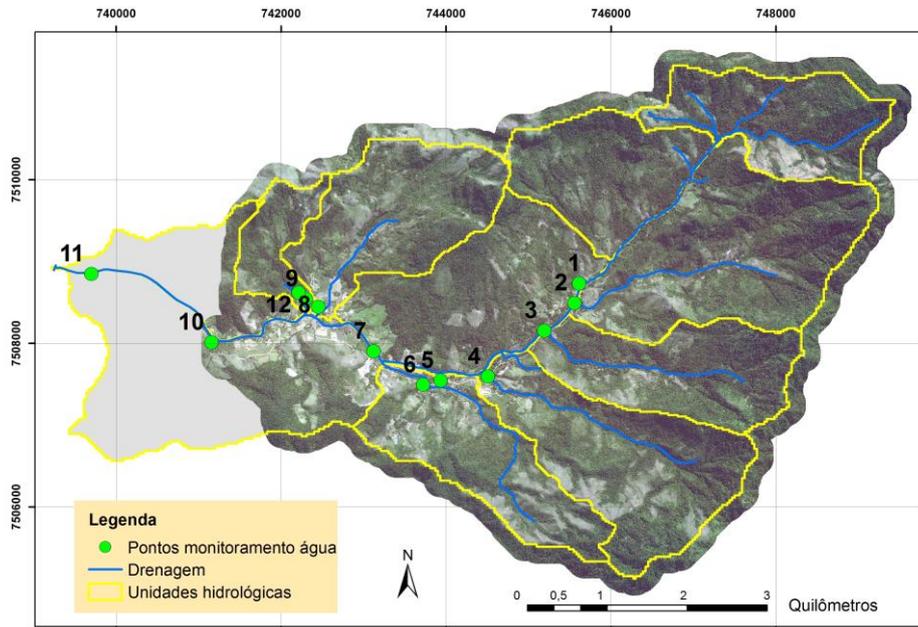


Figura 1. Localização dos pontos de monitoramento da qualidade da água na microbacia Batatal sobre imagem de alta resolução do satélite World View-2, adquirida em 2010.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todos os parâmetros analisados apresentaram resultados abaixo dos limites estabelecidos pela Resolução do CONAMA 357 para a Classe 2, em todas as coletas.

A condutividade elétrica corresponde à capacidade do meio em conduzir eletricidade. A capacidade de condução de eletricidade no meio aquático é dependente, para valores médios de pH, da composição iônica. Os resultados de condutividade elétrica encontram-se na Figura 3, sendo menor em junho, em relação aos meses de julho, setembro, outubro, janeiro e março. A sua variação fornece informações sobre processos importantes nos ecossistemas aquáticos, como a produção primária e a decomposição. Pode contribuir para a identificação de trechos impactados de uma bacia de drenagem, uma vez que a presença de sais na água doce é função de dois aspectos, a poluição e a geologia, uma vez que a água percola pelas rochas e pode adquirir seus elementos químicos. No presente estudo, os valores refletem provavelmente a entrada de resíduos agrícolas e dejetos orgânicos nos corpos hídricos (Pereira *et al.*, 2012). Além de sofrer influência de um ano atípico em relação à pluviosidade (Figura 2a), que foi bem elevada em junho. Isto mostra o efeito da diluição dos poluentes nos corpos hídricos pelo aumento da vazão (Fig.2b), causado pelas chuvas no período antecedente à coleta (7 dias ou 72 horas).

Os valores de pH variaram entre 4 e 7 (Figura 4). De acordo com a CETESB (2007), para a manutenção da vida aquática o pH deve ser entre 6 e 9, mas em decorrência da presença de ácidos húmicos, o pH das águas pode cair a valores de 4 a 6. Braga *et al.* (2005) confirmam que substâncias decorrentes da atividade humana despejadas no meio ambiente e as deposições ácidas provenientes da atmosfera, podem alterar significativamente o valor do pH. Para Esteves (1998), as águas superficiais de um modo geral têm o pH alterado, com valores menores, pelas concentrações de íons H⁺ provenientes da dissociação do gás carbônico. De acordo com Branco (1986), esse ácido carbônico é introduzido nas águas, também pelas águas das chuvas e, principalmente pela matéria



orgânica que é consumida e oxidada nas águas. Côrtez (2010) estudando a qualidade da água na bacia Guapi-Macacu, encontrou valores variando de 5 a 6, no entanto, os valores de pH podem estar sendo influenciados por características locais do solo.

Para o cálcio (Figura 5), destaca-se o ponto 8, onde obtiveram-se valores mais elevados, pois está localizado na baixada, onde ocorre a intensiva utilização de fertilizantes e de calcário, principalmente nas olerícolas (inhame, abobrinha, jiló, quiabo), refletindo também na qualidade da água.

O nitrogênio existe em solução e por este motivo é mais facilmente transportado em superfícies com maior umidade. O escoamento superficial é responsável pelo transporte de grande quantidade de nitrogênio e ainda, a drenagem de solos adubados pode proporcionar a elevação na concentração de nitrogênio e contribuir também para a eutrofização. Mas este elemento pode atingir os corpos d'água por meio do lançamento de esgoto sanitário, principalmente na forma de nitrato e amônio. O nitrogênio é um dos principais elementos que atua no metabolismo do meio aquático. Ele participa da formação de proteínas, que é um dos componentes básicos da biomassa, e se sua presença ocorrer em valores baixos pode oferecer uma condição limitante à produção primária de ecossistemas aquáticos (Esteves, 1988).

O nitrato é a principal forma de nitrogênio encontrado no solo. E à exceção do efeito da erosão que transporta fertilizantes e resíduos orgânicos para os cursos d'água, a mobilização excessiva do nitrato para os mananciais decorre normalmente de um desequilíbrio entre as taxas de suprimento de nitrogênio mineral (nitrito ou amônio) no solo e a capacidade de a vegetação de cobertura absorver e assimilar o nutriente, convertendo-o em formas orgânicas. Assim, quando no solo há nitrato em quantidade acima da que determinada cultura pode aproveitar, a chance de lixiviação do íon para camadas profundas não exploradas pelo sistema radicular é maior. O nitrato ocorre naturalmente em baixas concentrações na água (Resende, 2002). A Figura 6 mostra concentrações de nitrato nos pontos amostrados dentro dos limites estabelecidos pela legislação, sendo que os resultados do ponto de referência 12 apresentam os menores valores.

O nitrito (Figura 7) é um parâmetro de fundamental importância na verificação da qualidade da água para consumo, pois sua presença é um indicativo de contaminação recente, procedente de material orgânico vegetal ou animal. Os valores para nitrito foram baixos em geral, com exceção dos pontos 3, 6, 9 e 11, devido à entrada de esgotos domésticos *in natura*. Em relação às formas de nitrogênio é relevante mencionar que está havendo uma prática na microbacia de utilização de cama de aviário para a fertilização das culturas e banana, o que pode contribuir sobremaneira com a quantidade das formas nitrogenadas na água.

A turbidez dos corpos d'água é um parâmetro de fácil medição e apresenta valores mais elevados quando a precipitação pluviométrica é elevada, onde os solos são suscetíveis à erosão, assim como onde as práticas agrícolas não incluem a conservação do solo. Isso explica os maiores valores obtidos no mês de junho (Figura 8), refletindo a entrada de sedimentos via escoamento superficial, com destaque para o ponto 6, em razão da contribuição da entrada de esgoto sanitário de grande parte das residências presentes na microbacia e também pela presença de bactérias, parasitas, plânctons, algas e detritos orgânicos que se tornam um obstáculo à passagem da luz na água.

Dados obtidos no Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS (2012), a respeito do abastecimento de água e saneamento nos municípios que compõe a bacia Guapi-Macacu, mostram deficiências no sistema de esgotamento sanitário, com baixos percentuais da população atendida (55% em Cachoeiras de Macacu, 43% em Itaboraí e 0% em Guapimirim, no ano de 2012). O tratamento do esgoto sanitário é inexistente em Cachoeiras de Macacu e Guapimirim, onde os resíduos são lançados *in natura* nos corpos hídricos.

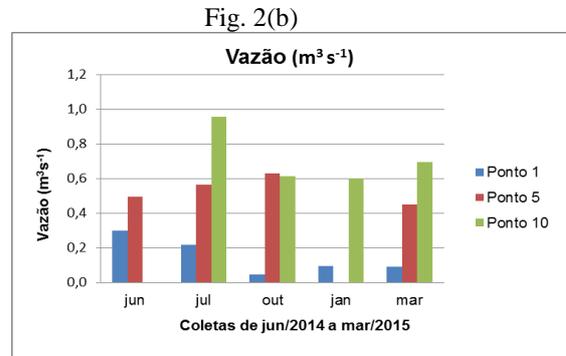
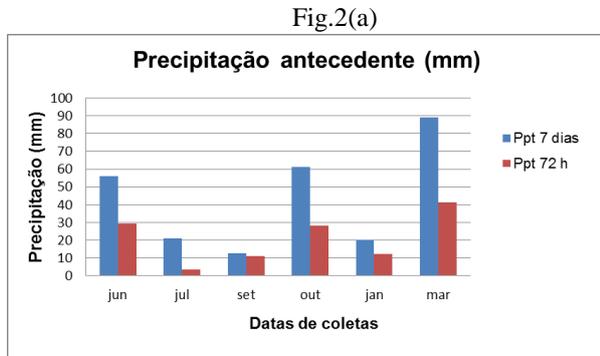


Figura 2. Precipitação antecedente de 7 dias e 72 horas (2a) e vazão em 3 pontos do Rio Batatal (2b) nas datas de coleta.

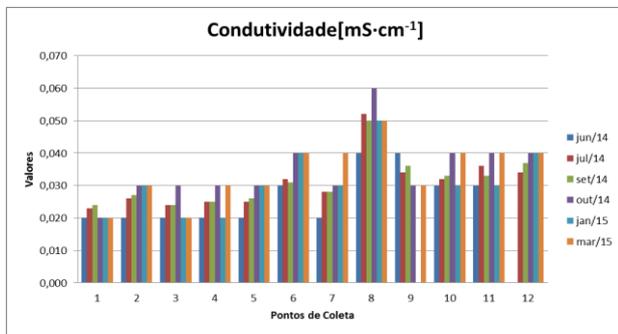


Figura 3. Dados de condutividade elétrica na água.

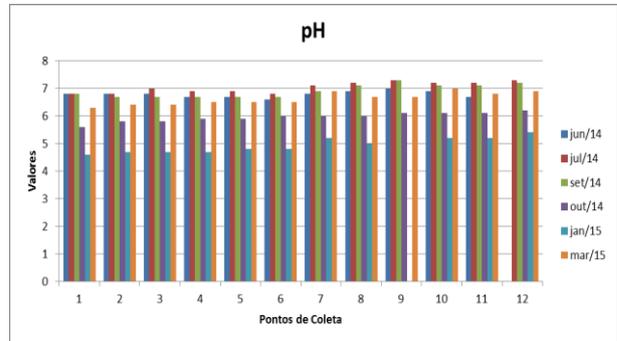


Figura 4. Dados de pH da água.

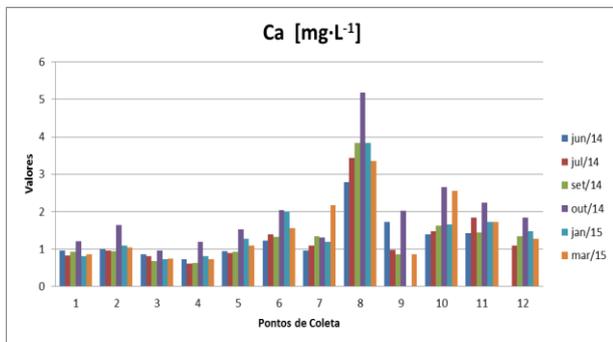


Figura 5. Dados da concentração de Cálcio na água.

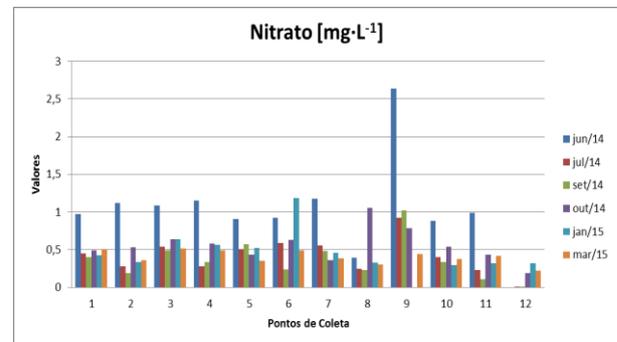


Figura 6. Dados da concentração de Nitrito na água.

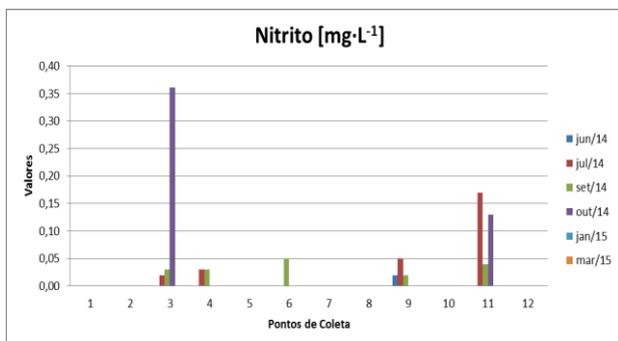


Figura 7. Dados da concentração de Nitrito na água.

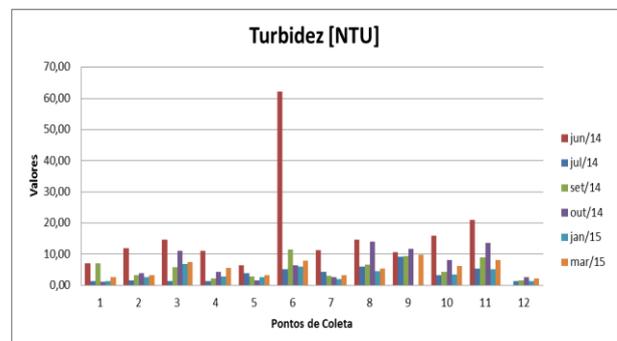


Figura 8. Dados de Turbidez da água.

De acordo com dados do ICMS Verde (2014), a situação de investimento em saneamento não progrediu ao longo dos últimos anos. São necessários investimentos para aperfeiçoar os



sistemas de abastecimento de água e de coleta e tratamento de esgoto, com atendimento à população local. O abastecimento por poços rasos ou profundos é comum, uma vez que a água captada no Sistema Imunana-Laranjal abastece municípios que estão fora da bacia Guapi-Macacu (Benavides *et al.*, 2009).

CONCLUSÕES

Estes resultados iniciais do monitoramento da qualidade da água na microbacia Batatal ilustram que a situação de poluição da água ainda não é crítica quando se compara os resultados com os limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 357 para a Classe 2. No entanto, é possível identificar a degradação da qualidade da água comparando-se os resultados dos pontos amostrados com os do ponto de referência 12, principalmente quando se observa os parâmetros turbidez e condutividade elétrica. Os resultados tendem a piorar dos pontos de montante para jusante da microbacia, em função do uso e cobertura da terra e fontes de poluição. Na bacia Guapi-Macacu está ocorrendo diversas demandas e conflitos pelo uso da água. Portanto, é preciso dar uma atenção especial à coleta e ao tratamento do esgoto, que afetam consideravelmente a qualidade da água, introduzindo estruturas para a disposição adequada de resíduos sólidos no meio rural e nas áreas de concentração residencial. Estes investimentos são de extrema relevância, considerando-se o fato da bacia abastecer aproximadamente dois milhões de habitantes, utilizando a captação de água do sistema Imunana Laranjal no exutório dos rios Guapiaçu-Macacu. Neste ponto, concentram-se os resíduos advindos de toda a área de contribuição da bacia, refletindo os impactos das fontes pontuais e difusas de poluição. Como fator agravante da situação, há de se considerar que o sistema de tratamento da água para abastecimento possui uma capacidade suporte limitada. O manejo adequado do solo e a proteção de nascentes e matas ciliares nas propriedades rurais poderão influenciar na redução dos processos erosivos, e contribuir para o aumento da disponibilidade hídrica e melhoria da qualidade de água na bacia hidrográfica.

REFERÊNCIAS

- BENAVIDES, Z. C.; CINTRÃO, R. P.; FIDALGO, E. C. C.; PEDREIRA, B. C. C. G.; PRADO, R. B. (2009). Consumo e abastecimento de água nas bacias hidrográficas dos rios Guapi-Macacu e Caceribu, RJ. Rio de Janeiro: Embrapa Solos. (Embrapa Solos. Documentos, 115)
- BRAGA, B.; PORTO, M. e TUCCI, C. E. M. (2002). Monitoramento de quantidade e qualidade das águas. In: REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B. e TUNDISI, J. G (Orgs.). *Águas doces do Brasil: capital ecológico, uso e conservação*. 2 ed. São Paulo: Escrituras. pp. 635-649
- BRANCO, S. M. (1986). Hidrobiologia aplicada à engenharia sanitária. São Paulo: CETESB/ASCETESB. 616 p
- CARVALHO JUNIOR., W.; CHAGAS, C. S.; FIDALGO, E. C. C.; PEDREIRA, B. C. C. G.; BHERING, S. B.; PEREIRA, N. R. (2009). Zoneamento Agroecológico da Bacia Hidrográfica Guapi-Macacu. In: PLANO de Manejo – APA da bacia do rio Macacu. Rio de Janeiro: Ibiotlântica, pp. 95-115.
- COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL (CETESB). Variáveis de qualidade das águas. São Paulo, 2007. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/variaveis.asp>>. Acesso em: 26 jun. 2007
- CÔRTEZ, M. B. V. (2010). Gestão da Qualidade da água para consumo humano: Diagnóstico microbiológico e parasitológico dos rios Macacu, Caceribu e Guapi-Macacu. 141 p. Tese (Mestrado em Sistemas de Gestão) – Universidade Federal Fluminense, Niterói



- COMPANHIA DE PESQUISA EM RECURSOS MINERAIS (CPRM). Mapa de Unidades Geomorfológicas do Estado do Rio de Janeiro. (2000). Disponível em: http://www.cprm.gov.br/arquivos/pdf/rj/geomorfologico/geomorfo_mpunid.pdf. Acesso em: 30 de abril de 2015
- ESTEVES, F. A. (1988). *Fundamentos de limnologia*. Rio de Janeiro: Interciência/FINEP. 575p.
- GLIESSMAN, S. R. (2000). *Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável*. Porto Alegre, Ed. Universidade UFRGS
- ICMS VERDE. (2015). Disponível em: <http://download.rj.gov.br/documentos/10112/721476/DLFE-53803.pdf/ICMSVerdefolder.pdf>. Acesso em: 30 de abril de 2015
- MENEZES, J. M; PRADO, R. B.; SILVA JUNIOR, G.; MANSUR, K. L.; OLIVEIRA, E. S. (2009). Qualidade da água e sua relação espacial com as fontes de contaminação antrópicas e naturais: bacia hidrográfica do rio São Domingos – RJ. *Eng. Agríc.*, Jaboticabal, v.29, n.4, pp.687-698
- PENHA, T.V.; WERNER, F.; PRADO, R.B.; JULIEN, S.P.; ESPINOSA, L.Y.; RIBBE, L. (2012). Mapeamento de índice de qualidade de zonas ripárias em sub-bacias sob diferentes usos da terra no município de Cachoeiras de Macacu - RJ. In *Anais do 4º Simpósio de Geotecnologias no Pantanal, Bonito, Out. 2012.*, pp. 1116-1126
- PEREIRA, P. S.; FERNANDES, L. A. C.; OLIVEIRA, J. L. M.; DARCILIO FERNANDES BAPTISTA, D. F. (2012). Avaliação da integridade ecológica de rios em áreas do zoneamento ecológico econômico do complexo hidrográfico Guapiaçu-Macacu, RJ, Brasil *Revista Ambiente & Água*, v. 7, n. 1, p. 157-168
- PRADO, R.B; NOVO, E. M. M. (2007). Avaliação espaço-temporal da relação entre o estado trófico do reservatório de Barra Bonita (SP) e o potencial poluidor de sua bacia hidrográfica. *Revista Sociedade & Natureza*, Ano 19, n. 37. pp. 5-18
- PRADO, R. B.; PENEDO, S.; SCHULER A. E.; KÜNNE, A.; RODRIGUEZ OSUNA, V.; PAIVA, M.H.; LARS RIBBE.(2014). Avaliação preliminar da qualidade da água em função do manejo agropecuário e cobertura vegetal na microbacia Batatal - Cachoeiras de Macacu – RJ. In *Anais do II Seminário da Rede AGROHIDRO, Campinas, 2*
- NOSETTO, M. D.; JOBBÁGY, E. G.; BRIZUELA, A. B.; JACKSON, R. B. (2011). The hydrologic consequences of land cover change in central Argentina. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 154 (2012), pp. 2-11
- RESENDE, A. V. (2002). Agricultura e qualidade da água: contaminação da água por nitrato. Planaltina: Embrapa Cerrados, Documentos 57, 29 p
- SARTOR, S. C. de B.; WACHHOLZ, F.; PEREIRA FILHO, W. (2007). Relação das variáveis TSS e transparência da água com o uso da terra na área de captação das sub-bacias do Reservatório Rodolfo Costa e Silva. In *Anais do XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Florianópolis*, pp. 3549-3551
- SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. Cachoeiras de Macacu (RJ): Ministério das Cidades. 2012. Disponível em: <http://www.cidades.gov.br/serieHistorica/#>. Acesso em: 15 de abril de 2015
- WASSERMAN, J. C.; BARCELLOS, R. G. S.; FERNANDES, A. P. P.; FILGUEIRAS, C. M.; SCARTON, J. G. E.; GIACOMINI, J.; CORTÊS, M. B. V.; AGUIAR, U. M. (2010). Qualidade da Água. In: HORA, A. F. da; HWA, C. S.; HORA, M. A. G. M. da. Projeto Macacu: planejamento estratégico da região hidrográfica dos rios Guapi-Macacu e Caceribu-Macacu. Niterói, RJ: UFF/FEC. pp. 208-210
- ZEILHOFER, P.; LIMA, E.B.N.R.; LIMA, G.A.R. (2006). Spatial patterns of water quality in the Cuiabá river basin, Central Brazil. *Environmental Monitoring and Assessment*, v.123, pp.41-62.