

Avaliação da implantação de fossas sépticas na melhoria na qualidade de águas superficiais em comunidades rurais

Evaluation of the implementation of septic tanks improving the quality of surface waters in rural communities

Raphael de Vicq¹, Mariangela Garcia Praça Leite²

RESUMO

Na maioria dos municípios brasileiros, as comunidades rurais são núcleos populacionais agrupados em torno de córregos que fornecem a água e recebem seus efluentes. Buscou-se nesta pesquisa avaliar as condições dos corpos d'água na bacia hidrográfica do córrego Pau Grande, Ouro Branco, Minas Gerais, antes e depois da instalação de 20 fossas sépticas na comunidade de Castiliano, construídas em 2006. O monitoramento da bacia foi realizado entre 2005 e 2009, em 6 pontos amostrais, onde foram medidos vazão, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio, fósforo total, coliformes fecais totais, turbidez e pH. Os pontos a jusante das fossas apresentaram um aumento de mais de 100% nos valores de oxigênio dissolvido e redução em mais de 800% na quantidade de coliformes fecais. Investimentos relativamente baixos, como a construção das fossas, podem trazer melhorias à qualidade dos recursos hídricos em áreas rurais.

Palavras-chave: qualidade de água; fossas sépticas; baixo custo; comunidades rurais; saneamento.

ABSTRACT

In most Brazilian cities, rural communities are clustered in the surroundings of streams that supply water and receive their effluents. The aim of this study was to evaluate the conditions of the quality water in Pau Grande catchment, located in Ouro Branco, Minas Gerais, Brazil, before and after the construction of 20 septic tanks in the community of Castiliano, build in 2006. The monitoring of the basin was conducted between February 2005 and November 2009, using 6 control points. Several water parameters were evaluated: river flow, dissolved oxygen, biochemical oxygen demand, total phosphorus, total coliform, turbidity and pH. Monitored points downstream of the construction sites showed an increase of more than 100% in dissolved oxygen and a decrease of fecal coliform bacteria (over 800%). Relatively small investments can bring major improvements to the quality of water resources in rural communities areas.

Keywords: quality of water; septic tanks; low cost; rural communities; sanitation

INTRODUÇÃO

O padrão de qualidade de vida de uma população está diretamente relacionado à disponibilidade e qualidade de sua água, sendo esta o recurso natural mais crítico à saúde humana e mais susceptível a impor limites ao desenvolvimento (HELLER, 1997). A oferta de recursos hídricos está cada vez mais comprometida na medida em que águas superficiais e subterrâneas vêm sendo constantemente contaminadas com efluentes e dejetos industriais, agrícolas e urbanos. Nos núcleos

populacionais rurais da maioria dos países em desenvolvimento, o acesso aos serviços de abastecimento de água e saneamento é ainda precário. Em geral, a atividade econômica dominante nessas comunidades é a agricultura, responsável por um intenso uso e revolvimento do solo e que, aliada ao uso de pesticidas e à falta de saneamento básico, reduz de forma significativa a qualidade dos recursos hídricos. Segundo a World Health Organization (WHO, 2000), a América Latina e o Caribe possuem mais de 66 milhões de pessoas em áreas rurais que não têm

¹Doutorando em Conservação de Recursos Naturais na UFOP (UFOP). Professor Adjunto da Faculdade Santa Rita (FASAR) – Conselheiro Lafaiete (MG), Brasil.

²Doutora em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Professora Associada da UFOP – Ouro Preto (MG), Brasil.

Endereço para correspondência: Mariangela Garcia Praça Leite – Universidade Federal de Ouro Preto, Departamento de Geologia, *campus* Universitário, s/n – Ouro Preto (MG), Brasil – E-mail: mgpleite@gmail.com

Recebido: 24/05/12 – **Aceito:** 26/06/14 – **Reg. ABES:** 395

acesso à infraestrutura sanitária adequada. O Brasil não é exceção, de acordo com a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílio (PNAD) (IBGE, 2009), que informa que 16,1% da população brasileira não tem acesso à água tratada, 44,7% das casas localizadas nas áreas urbanas e 96% nas rurais não são atendidas com coleta de esgoto sanitário.

Em diversas comunidades rurais ao redor do mundo, sobretudo nos países em desenvolvimento ou subdesenvolvidos, os prejuízos socioambientais causados pelo esgoto doméstico não coletado são incomensuráveis (AL-SHAYAH & MAHMOUD, 2008; MOUSSAVI *et al.*, 2010). Quando o esgoto doméstico, caracterizado, sobretudo, pela grande quantidade de matéria orgânica, é lançado *in natura* num rio qualquer, ele tende a ser estabilizado ou assimilado pelo meio líquido através de processos de autodepuração que envolvem transformações químicas, físicas e biológicas, através das quais a matéria orgânica é oxidada, transformando-se em compostos de menor complexidade e toxicidade. Porém, quando esses esgotos são lançados em quantidades superiores à capacidade de assimilação do corpo d'água receptor, o ambiente fica sobrecarregado e seu equilíbrio dinâmico se desfaz.

De acordo com Butler e Payne (1995), o primeiro relato de uso de um tanque séptico se deu em 1860 na França. Posteriormente, já com adaptações, apareceram nos Estados Unidos, em 1883, e na Inglaterra, em 1895. Desde então, se espalharam por todo o mundo, sendo utilizados em especial em países da Ásia, África e América Latina. Fossas ou tanques sépticos são considerados um tratamento efetivo de esgoto doméstico em áreas rurais (WITHERS *et al.*, 2011), sendo uma alternativa viável para pequenas comunidades rurais com até 500 pessoas (MARA, 2004). Essa técnica, que evita o lançamento dos dejetos orgânicos diretamente em rios, lagos, nascentes ou mesmo na superfície do solo, é considerada essencial para a melhoria das condições de higiene das populações rurais para as quais a construção de redes de esgoto é impraticável. A fossa séptica é considerada uma das formas mais simples de tratamento primário, na qual são feitas a separação e a transformação da matéria sólida contida no esgoto (SEABLOOM *et al.*, 1982; USEPA, 2000). O sistema, proposto pela Embrapa, é composto por três caixas d'água de 1.000 L cada, conectadas entre si por tubulações de PVC. Apenas o encanamento dos vasos sanitários é conectado ao sistema de caixas que são enterradas no solo e vedadas para que não haja entrada de ar. Na primeira caixa é adicionado um volume de esterco fresco para que o processo de digestão anaeróbia se desenvolva em ambiente sem oxigênio. Ao final dessa digestão, os coliformes fecais são eficientemente eliminados. Por fim, o efluente produzido por ação da digestão bacteriana das fezes pode ser utilizado como adubo orgânico com elevado potencial nutricional. O sucesso do tanque séptico se deve principalmente à sua simplicidade, já que as fossas sépticas

não exigem técnicas construtivas especiais nem sua operação demanda a presença de operadores qualificados (NETO, 1997).

Apesar de seu uso se dar há mais de um século e meio, poucos são os trabalhos científicos que quantificam e avaliam a melhoria da qualidade de águas fluviais de córregos na presença e ausência de sistemas primários de tratamento de esgotos em pequenas comunidades rurais. Dessa forma, este trabalho objetivou monitorar a qualidade de água na bacia hidrográfica do córrego Pau Grande, visando avaliar a efetividade da construção de fossas sépticas na comunidade rural de Castiliano, município de Ouro Branco, Minas Gerais.

METODOLOGIA

Área de estudo

A bacia do córrego Pau Grande se localiza no distrito de Campo Grande, parte do município de Ouro Branco, região central do estado de Minas Gerais, nas coordenadas geográficas 20°21'3"S e 43°41'47"O. O córrego Pau Grande é um dos tributários do rio Maranhão, que por sua vez deságua no rio Paraopeba, este um dos principais afluentes do rio São Francisco. O relevo da bacia é formado por depressões e morros com vertentes relativamente íngremes, as altitudes variam entre 1.568 e 1.099 m. Quanto ao aspecto geológico, o substrato rochoso é dominado por rochas do Supergrupo Nova Lima, com destaque para a presença de clorita xistos e quartzitos (CODEMIG, 2004).

O clima predominante na bacia é o tropical de altitude, apresentando temperatura mínima em torno de 13°C no inverno, com grande estiagem e baixa umidade do ar. No verão, a temperatura média gira em torno de 22°C, com altos índices pluviométricos. São três os biomas existentes na região: cerrado com vegetação rala, fragmentos remanescentes de Mata Atlântica e, em porções mais elevadas, surgem os campos rupestres. Predominam na bacia os latossolos vermelho-escuro, utilizados na maior parte para fins agrícolas, prevalecendo a monocultura da batata e, em algumas áreas, as culturas de subsistência, como milho e feijão. A pecuária também é presente, com destaque para a produção de leite nas pequenas propriedades.

A bacia do córrego do Pau Grande abriga seis comunidades rurais: Campestre, Castiliano, Geada, João Gote, Vargem e Vieiras, nas quais habitam cerca de 2 mil pessoas, o que representa 70% da população rural do município. As águas superficiais da bacia sofrem a ação de despejo de poluente de forma pontual e difusa. Quanto à forma de poluição pontual, destaca-se o lançamento individualizado de despejo de esgoto doméstico e animal *in natura*, além de lixões rurais. Em relação à poluição difusa, apesar de pequena, existe o uso de substâncias químicas provenientes de atividades de

agricultura, como os agrotóxicos usados no combate às pragas e doenças. Diante desse cenário, a prefeitura municipal de Ouro Branco optou por construir 20 fossas sépticas em residências da comunidade do Castiliano, 13 em abril de 2006 e 7 em maio do mesmo ano. A construção dessas fossas obedeceu aos critérios da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) objetivando a diminuição da carga orgânica a ser lançada nos rios, para assim contribuir com o processo de autodepuração do corpo receptor.

Monitoramento

As coletas foram realizadas em dois pontos estratégicos de cada córrego da bacia, contabilizando um total de seis pontos, cuja localização foi definida em função do potencial de poluição da bacia. O monitoramento teve periodicidade quadrimestral, seguindo o padrão utilizado pelo Projeto Águas de Minas do IGAM (IGAM, 2012). Todos os pontos de coletas estão apresentados na Figura 1. Os pontos EC01, EC02 e EC04 foram alocados com o objetivo de avaliar as características das águas a montante da comunidade de Castiliano. Para isso, foram escolhidos estrategicamente em córregos que apresentam vazões semelhantes aos demais, que recebem a descarga de esgotos mas estão localizados em áreas onde não foram construídas fossas sépticas. O ponto EC03 está localizado dentro da comunidade de Castiliano, no córrego Vieiras, onde não foram construídas fossas sépticas, visando monitorar o potencial poluidor local. O ponto EC05 se encontra na porção final da comunidade, a jusante de várias casas que tiveram fossas sépticas construídas (Figura 2), dessa forma foi possível monitorar a eficiência das fossas sépticas. Já o ponto EC06 foi escolhido a jusante da comunidade de Castiliano, quando o córrego que atravessa a localidade sofre a contribuição do córrego Pau Grande (Figura 1). A escolha e localização desses pontos teve o objetivo de avaliar a efetividade das fossas. Para avaliação da qualidade da água foram contemplados os parâmetros indicados na Portaria nº 518, de 25 de março de 2004, do Ministério da Saúde (BRASIL, 2012), que estabelece os procedimentos e responsabilidades relativas ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, sendo determinados: turbidez, pH, coliformes totais, demanda bioquímica de oxigênio (DBO), oxigênio dissolvido (OD) e fósforo total. Há de se ressaltar que, posteriormente, foi editada a nova Portaria nº 2914, de 12 de dezembro de 2011, tratando sobre o mesmo assunto.

Todas as amostras de águas foram coletadas e suas análises físico-químicas realizadas no mesmo dia. Para essas análises, as amostras foram coletadas em vasilhames de polietileno virgens de 1L, sendo os frascos totalmente preenchidos ainda submersos, fechados, etiquetados, transportados em caixas de isopor e armazenados sob resfriamento. Essas amostras foram utilizadas para a determinação da turbidez (turbidímetro Instrutherm digital TD-200), DBO

(método analítico 5210 B, APHA, 2005) e fósforo total (método do ácido ascórbico) (GREENBERG *et al.*, 1992). As leituras de pH e OD foram realizadas *in situ* através de métodos potenciométricos. Concomitantemente, para a avaliação de coliformes totais, a água foi coletada em frascos de 250 mL previamente autoclavados, sendo a técnica utilizada a do número mais provável (NMP), também conhecida como método de tubos múltiplos. As análises microbiológicas foram todas efetuadas no laboratório da COPASA-MG. Já para o cálculo dos dados de vazão, foram medidas a velocidade média da corrente e a profundidade do canal com o auxílio de um micromolinete fluviométrico (modelo FP201, Global Flow Probe). As medidas de largura da secção foram obtidas com o auxílio de uma trena.

O teste *t* de Student foi aplicado para diferença entre médias dos dados monitorados antes e depois da instalação das fossas. Para tal, assumiu-se a independência das amostras e considerou-se que as

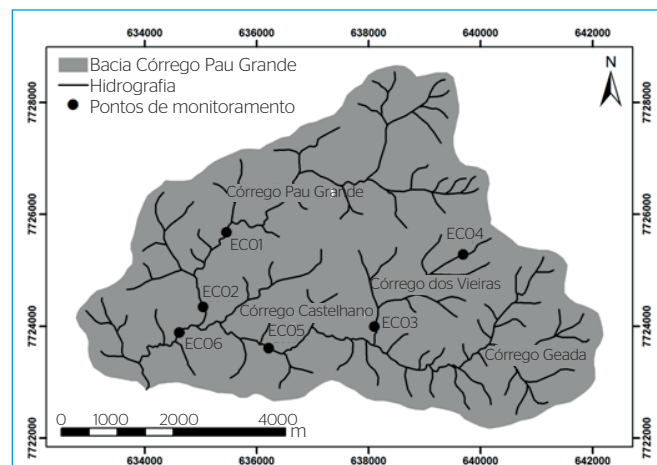


Figura 1 - Mapa hidrográfico da bacia do córrego Pau Grande e a localização dos pontos de monitoramento ECO1 a ECO6.

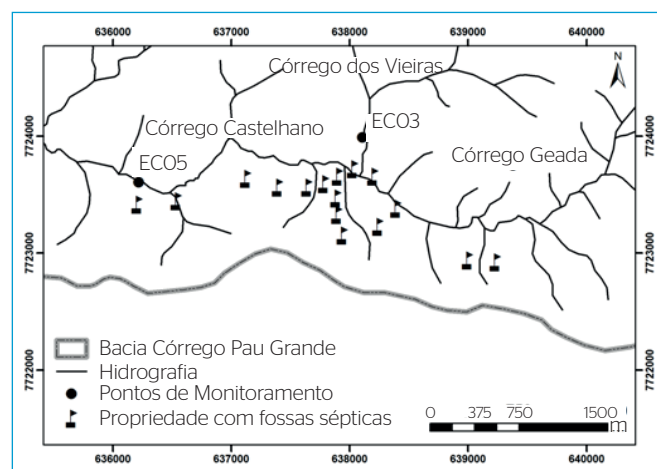


Figura 2 - Mapa detalhado da comunidade de Castiliano, com a localização das fossas sépticas. Destaque para os pontos de monitoramento a montante e jusante das fossas.

variâncias são supostamente diferentes. Os parâmetros monitorados nos seis pontos (antes e depois) foram considerados estatisticamente diferentes para o nível de significância de 5%. Para a realização do teste foi utilizado o *software* MINITAB® 16.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Figura 3 mostra alguns dos resultados dos quatro anos de monitoramento na bacia do córrego Pau Grande em termos de vazão, pH, turbidez, DBO, OD, coliformes totais e fósforo total.

Desta forma, verifica-se que a instalação das fossas promove a redução do aporte de matéria orgânica desses efluentes, o que permite que os valores de OD se mantenham em níveis adequados à sobrevivência do ecossistema fluvial (Figura 3C). No caso da bacia,

esses valores de OD se apresentaram significativamente mais elevados, praticamente 100% superiores, nos pontos monitorados à jusante das fossas (Figuras 3A e 4): pontos EC05 ($p=0,000$) e EC06 ($p=0,000$). O inverso ocorre com a DBO (Figuras 3C e 5): pontos EC05 ($p=0,000$) e EC06 ($p=0,000$); fósforo total (Figura 3B) pontos EC05 ($p=0,000$) e EC06 ($p=0,031$); e concentração de coliformes totais (Figuras 3D e 6) pontos EC05 ($p=0,000$) e EC06 ($p=0,001$), que apresentaram reduções significativas após as fossas. As maiores reduções foram encontradas na quantidade de coliformes fecais, que diminuíram em mais de 800% nos pontos afetados pela instalação das fossas. Também o fósforo total apresentou redução de cerca de 20%, especialmente no ponto EC05.

O lançamento de matéria orgânica nas águas dos rios ou lagos resulta no seu processo de degradação, que é realizado por bactérias,

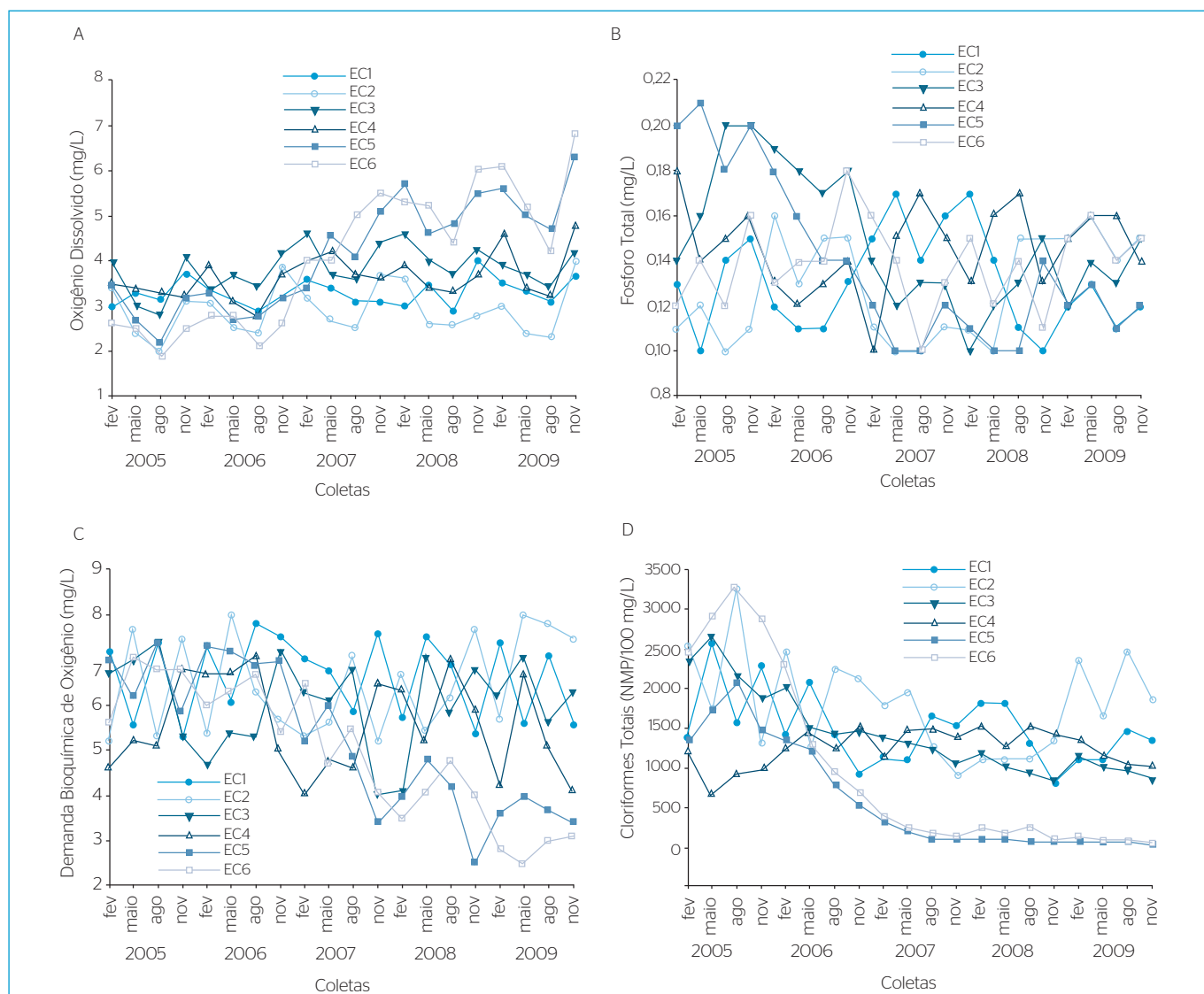


Figura 3 - Gráficos mostrando a variação dos parâmetros monitorados na bacia do córrego Pau Grande entre fevereiro de 2005 e novembro de 2009.

sobretudo aeróbias, que se reproduzem com grande rapidez e que oxidam a matéria orgânica, consumindo parte do OD presente. Quando a carga de esgotos lançada excede à capacidade de auto-depuração do corpo d'água receptor, passam a ocorrer reduções relacionadas à quantidade de oxigênio, elemento naturalmente presente em baixas proporções na água. Como as bactérias se reproduzem rapidamente, quanto maior for a quantidade de matéria orgânica disponível, maior será a população de bactérias e maior o consumo de OD presente na água. Isso pode ocorrer até o ponto em que o OD se torna totalmente ausente, inviabilizando a maior parte da vida aquática.

Monitoramentos realizados por Morell (2004), em Havana, e na Jamaica, por Stewart (2005), durante a construção de tanques sépticos em tais localidades mostraram variações semelhantes às encontradas na bacia do Pau Grande, com o aumento do OD e a redução da DBO, dos coliformes fecais e do fósforo total. Destaca-se, porém, na bacia do Pau Grande, a grande redução de coliformes totais (aproximadamente 800%), muito superior aos demais trabalhos, os quais demonstraram uma variação entre 36% (KAY *et al.*, 2008) e 100% (STEWART, 2005). Essa discrepância pode ser resultado do número elevado de fossas construídas na bacia, quando comparado com o dos demais trabalhos, cerca de quatro vezes maior.

O gráfico da Figura 3D demonstra a acentuada redução dos coliformes totais nas EC05 e EC06; já na amostragem de maio de 2006 (logo após o término da construção das fossas), os valores tendem a uma estabilidade a partir de novembro de 2007. Portanto, percebe-se que aproximadamente 18 meses após a construção das fossas o rio já apresentava condições de qualidade sensivelmente melhores (Figura 3).

Apesar do excelente desempenho das fossas na comunidade de Castiliano, o resultado está, sem dúvida, relacionado ao período do monitoramento iniciado imediatamente após a construção das fossas. Diversos autores destacam que a eficiência desse sistema de tratamento primário tende a diminuir com o tempo, sendo resultado do planejamento inadequado das dimensões do sistema e da falta de manutenção do mesmo (AL-SHAYAH & MAHMOUD, 2008; MOUSSAVI *et al.*, 2010; WITHERS *et al.*, 2011).

CONCLUSÕES

Os dados obtidos durante o monitoramento da bacia do Pau Grande permitiram constatar que a construção de fossas sépticas é uma excelente alternativa de saneamento ambiental para as comunidades rurais, pois constitui uma opção de baixo custo e de fácil construção, e proporciona uma grande redução na carga orgânica dos efluentes, o que ficou comprovado através da diminuição

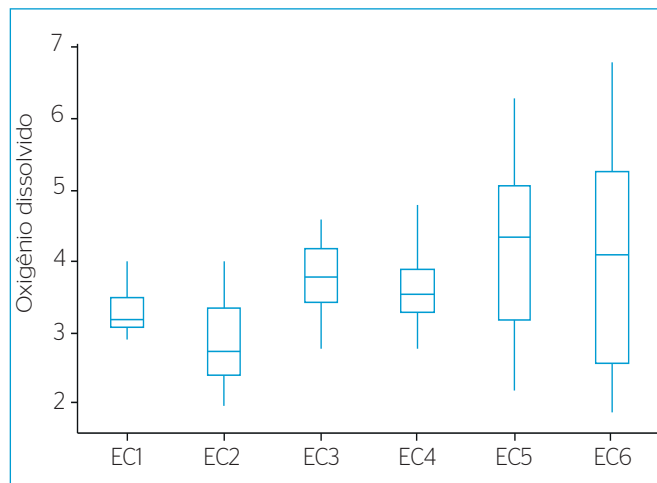


Figura 4 - Gráficos *box-plot* mostrando a variação do oxigênio dissolvido nos pontos monitorados na bacia do córrego Pau Grande entre fevereiro de 2005 e novembro de 2009.

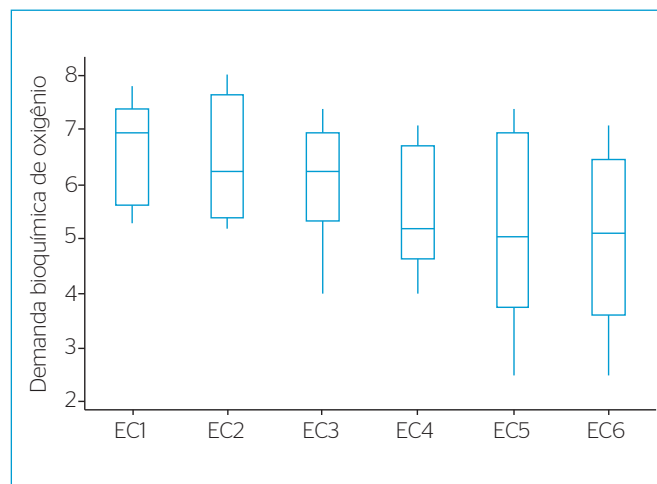


Figura 5 - Gráficos *box-plot* mostrando a variação da demanda bioquímica de oxigênio nos pontos monitorados na bacia do córrego Pau Grande entre fevereiro de 2005 e novembro de 2009.

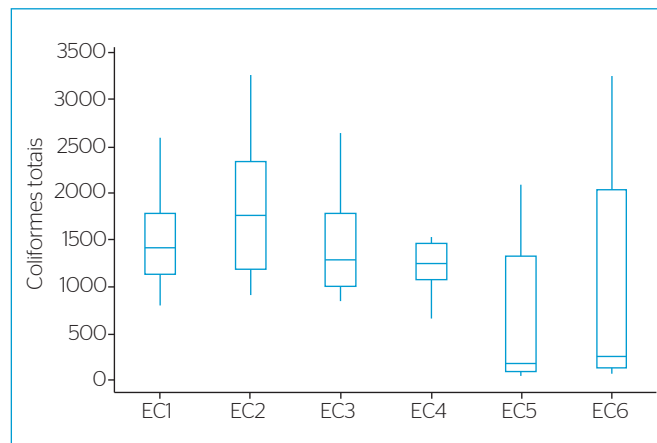


Figura 6 - Gráficos *box-plot* mostrando a variação de coliformes totais nos pontos monitorados na bacia do córrego Pau Grande entre fevereiro de 2005 e novembro de 2009.

significativa, na ordem de 800%, de coliformes fecais nos córregos da área pesquisada e também no aumento do OD (100%) nas águas receptoras.

Os resultados obtidos demonstram que investimentos relativamente baixos podem trazer grandes melhorias à qualidade dos recursos

hídricos em áreas rurais com pequenos centros urbanos, reduzindo o potencial de doenças de veiculação hídrica e contribuindo para a melhoria da qualidade de vida da população local. Essa solução poderia ser aplicada em vários municípios do país, constituindo um serviço profilático emblemático para essas comunidades.

REFERÊNCIAS

- AL-SHAYAH, M. & MAHMOUD, N. (2008) Start-up of an UASB-septic tank for community on-site treatment of strong domestic sewage. *Bioresource Technology*, v.99, n.16, p.7758-7766.
- APHA - AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. (2005) *Standard Methods for the examination of water and wastewater*. 20 ed. Washington, DC: APHA/AWWA/WEF.
- BRASIL. (2012) Ministério da Saúde. Portaria nº 518, de 25 de março de 2004. Disponível em: <<http://dtr2001.saude.gov.br/sas/PORTARIAS/Port2004/GM/GM-518.htm>>. Acesso em: 10 nov. 2014.
- BUTLER, D. & PAYNE, J. (1995) Septic tanks: problems and practice. *Building and Environment*, v.30, n.3, p.419-425.
- CODEMIG - COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO DE MINAS GERAIS. (2004) *Geologia do Quadrilátero Ferrífero: integração e correção cartográfica em SIG*. Belo Horizonte: CODEMIG. CD-ROM.
- GREENBERG, A.E.; CLESCERI, L.S.; EATON, A.D. (1992) *Standard methods for the determination of water and wastewater*. 18 ed. Washington, DC: American Public Health Association.
- HELLER, L. (1997) Saneamento e Saúde. Brasília: OPAS/OMS Representação do Brasil. 98 p.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. (2009) *Pesquisa nacional por amostra de domicílios 2008: síntese dos indicadores*. Brasília: IBGE. 217 p.
- IGAM - INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. (2012) Projeto Águas de Minas. Disponível em: http://www.igam.mg.gov.br/index.php?option=com_content&task=view&id=113&Itemid=173. Acesso em: 10 nov. 2014.
- KAY, D.; CROWTHER, J.; STAPLETON, C.M.; WYER, M.D.; FEWTRELL, L.; EDWARDS, A. (2008) Faecal indicator organism concentrations in sewage and treated effluents. *Water Research*, v.42, n.1-2, p.442-454.
- MARA, D.D. (2004) Natural sewage treatment in the UK: selection guidelines. *Water and Environmental Journal*, v.18, n.4, p.230-234.
- MORELL, N.F.R. (2004) Performance Evaluation of an on-Site Domestic Sewage Treatment Plant for Individual Residences. In: *CONGRESSO INTERAMERICANO DE INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL*, 3 Anais... San Juan: CIISA. v.1, p.29.
- MOUSSAVI, G.; KAZEMBEIGI, F.; FARZADKIA, M. (2010) Performance of a pilot scale up-flow septic tank for on-site decentralized treatment of residential wastewater. *Process Safety and Environmental Protection*, v.88, n.1, p.47-52.
- ANDRADE NETO, C.O. (1997) *Sistemas simples para tratamento de esgotos sanitários: experiência brasileira*. Rio de Janeiro: ABES. 301 p.
- SEABLOOM, R.W.; CARLSON, D.A.; ENGESET, J. (1982) Septic tank performance, compartmentation, efficiency and stressing. In: *Proceedings from 4th Northwest On-site Waste Water Disposal Short Course - Implementation of New and Old Technologies*. Washington: University of Seattle.
- STEWART, E. (2005) *Evaluation of septic tank and subsurface flow wetland for Jamaican public school sewage treatment*. Dissertation (Master of Science in Environmental Engineering) - Michigan Technological University, Michigan. 81 p.
- USEPA - UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. (2000) *Decentralized systems technology fact sheet, septic tank systems for large flow applications*. Report 832. Washington, DC.: EPA/ Office of Water. 79 p.
- WHO - WORLD HEALTH ORGANIZATION. (2000) *Global water supply and sanitation assessment 2000*. Geneva: WHO. 45 p.
- WITHERS, P.J.A.; JARVIE, H.P.; STOATE, C. (2011) Quantifying the impact of septic tank systems on eutrophication risk in rural headwaters. *Environment International*, v.37, n.3, p.644-653.