

Vilma R Terra^{1,4}, Rodrigo Pratte-Santos^{1,2,5}, Robert B Aliprandi^{1,6}, Fernando F Barcelos^{1,7}, Romildo R Azevedo Jr^{1,8}, & Roberto S Barbiéri^{3,9}

Avaliação microbiológica das águas superficiais do rio Jucu Braço Sul, ES, Brasil.

Microbiological evaluation of superficial waters of Jucu Braço Sul river, ES, Brazil

Resumo A bacia do rio Jucu, de âmbito estadual, é constituída por dois braços, o norte e o sul. O Braço Sul drena principalmente, no estado do Espírito Santo, o município de Marechal Floriano. Este trabalho foi desenvolvido no Braço Sul com o objetivo de avaliar a qualidade da água por meio de parâmetros microbiológicos. Vários impactos foram observados nesse manancial, como: despejo de esgoto doméstico e hospitalar e de agrotóxicos, extração de areia, assoreamento, diminuição e/ou eliminação de matas marginais. Foram realizadas quatro campanhas com sete pontos de amostragem. Os maiores valores de coliformes termotolerantes foram observados no ponto 4 - onde o rio Jucu recebe a contribuição do rio fundo, bastante poluído, além de a região possuir atividade agropecuária intensa e constituir-se de um vilarejo, com lançamento de esgoto nesse rio Fundo - e, no ponto 5, que recebe despejo de esgoto doméstico, in natura, da cidade de Marechal Floriano. Medidas como a criação de rede coletora de esgoto e tratamento na região central de Marechal Floriano e a proposta de uma conscientização ambiental da população seriam uma busca para melhoria da qualidade da água desse manancial que, junto ao rio Santa Maria da Vitória, abastece a região da Grande Vitória.

Palavras-chave qualidade da água; parâmetros; coliformes termotolerantes; poluição, rio Jucu.

Abstract The Jucu river basin, which belongs to the State of Espírito Santo, consists of two branches, the north and south. The south branch drains, mainly in the state of Espírito Santo, the municipal district of Marechal Floriano. This study was developed in the south branch to evaluate the water quality through microbiological parameters. Several impacts were observed in this spring, such as dumping of domestic sewage and hospital and pesticides, extraction of sand, silting, and reduction or elimination of the forests fringes. Four samplings were made with 7 sampling points. The highest values of thermotolerant coliforms were observed in the sampling point 4 - where the Jucu river receives the contribution of the river Fundo, very polluted, besides, the region is a village with strong agricultural activities and, with discharge of sewage in the Fundo river - and, in sampling point 5, which receives discharge of domestic sewage, in natura, from the city of Marechal Floriano. Precautions such as the creation of a collector sewage system and treatment in the central region of Marechal Floriano and the proposal of an environmental awareness of the population would be a search for the improvement of water quality of that spring which, with the river Santa Maria da Vitória, supplies the region of Grande Vitoria.

Keywords water quality, parameters, thermotolerant coliforms, pollution, Jucu river

1 Centro Universitário Vila Velha - UVV. Rua Comissário José Dantas de Melo, 21, Boa Vista, Vila Velha, ES. CEP 29101-770

2 Faculdade PIO XII, Rua Bolivar de Abreu, Cariacica, ES, CEP 29146-330.

3 Faculdade de Minas-FAMINAS, Muriaé, MG, CEP 36880-000, 4 vilma.terra@uvv.br

5 rodrigopratte@hotmail.com

6 robert.aliprandi@gmail.com

7 fernando.barcelos@uvv.br

8 romildo@uvv.br

9 robertosbarbieri@yahoo.com.br

Introdução

O consumo de águas dentro dos padrões de potabilidade adequados é uma questão relevante de saúde pública no Brasil, além de se constituir uma ação eficaz na prevenção de doenças veiculadas pela água. Algumas epidemias de doenças gastrointestinais têm como fonte de infecção a água contaminada (Zimmermann et al., 2008; Silva & Araújo, 2003). Amaral et al. (2003) enfatiza que as doenças de veiculação hídricas são causadas principalmente por

microrganismos patogênicos de origem entérica, animal ou humana, transmitidos basicamente pela rota fecal-oral.

Calisto et al. (2002) e Buss & Nessimian (2003) destacam que a principal fonte de água para abastecimento são os rios. Porém, esses corpos d'água estão sujeitos a inúmeras perturbações e a biota aquática reage a esses estímulos, sejam naturais, sejam antrópicos. Um importante aspecto relacionado aos principais rios brasileiros refere-se à carga de poluentes recebida de seus afluentes, principalmente os que atravessam perímetros urbanos (Madruza et al., 2008). Portanto, a constante utilização dos recursos hídricos e a introdução de substâncias tóxicas nos ecossistemas aquáticos têm motivado monitoramentos para avaliar e manter a qualidade desses mananciais (Cunha et al., 2004).

Em trabalho recente Martins & Froehner (2008) relatam que lançamento de esgotos sanitários é uma das formas mais comuns de poluição das águas, gerando impactos como contaminação microbiológica, alteração da biodiversidade, aporte de matéria orgânica, trazendo como conseqüências eutrofização, deposição de resíduos no sedimento dos mananciais e várias enfermidades. Por esses motivos, torna-se fundamental o monitoramento das bacias hidrográficas, principalmente aquelas cujas águas são destinadas ao consumo humano.

A bacia hidrográfica do rio Jucu se subdivide em dois braços: norte e sul. O rio Jucu Braço Sul nasce no interior do Parque Estadual da Pedra Azul (Domingos Martins) pela junção dos córregos dos Cavalos e São Floriano, a 1.700 m de altitude, estando situado, principalmente, no município de Marechal Floriano, desembocando no rio Jucu Braço Norte, quando passa a ser chamado apenas de rio Jucu (Iema, 2006).

O rio Jucu, que em sua totalidade pertence ao estado do Espírito Santo, em conjunto com a bacia do rio Santa Maria da Vitória, é responsável pelo abastecimento hídrico da região da Grande Vitória, que abriga 50% da população do estado, incluindo o seu mais expressivo complexo industrial e comercial. Ao longo da bacia destes rios, estão situadas diversas unidades de conservação e em suas desembocaduras estão localizados manguezais com área de 18 km², correspondente a 20% de toda a região de manguezal do estado, cabendo destacar que esses dois rios são a única fonte de abastecimento de água da região da Grande Vitória (Guzzo, 2006).

Dessa forma, considerando a relevância da bacia do rio Jucu Braço Sul como fonte de abastecimento da população da Grande Vitória/ES, o objetivo deste trabalho foi analisar a qualidade destas águas por meio de análises do conteúdo microbiológico.

Métodos

Área de estudo

A bacia hidrográfica do Jucu (Figura 1) possui uma área de drenagem aproximada de 2.220km². O curso principal deste rio se desenvolve numa extensão aproximada de 166 km até desaguar na praia de Barra do Jucu, no município de Vila Velha. De sua extensão total, 123km correspondem ao trecho conhecido como braço norte. O rio Jucu Braço Sul tem aproximadamente 80km e uma área de drenagem de 480km². Os 43km restantes correspondem ao do trecho do rio Jucu, desde a confluência dos Braços Norte e Sul até a foz (Guzzo, 2006).

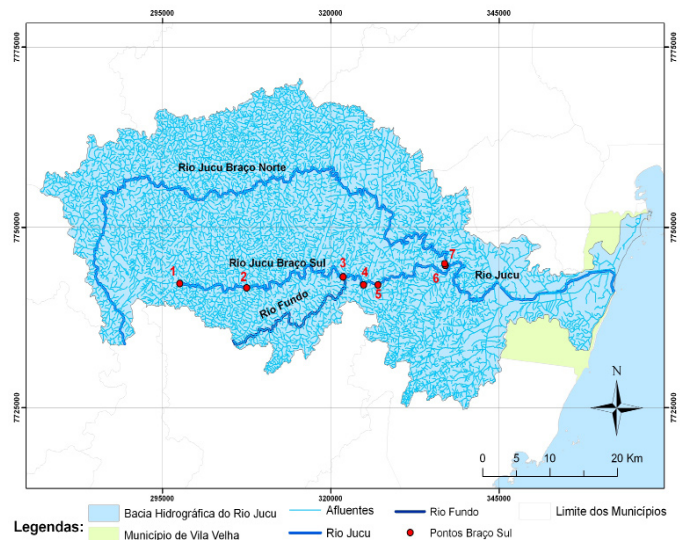


Figura 1 Bacia hidrográfica do rio Jucu e seus respectivos pontos de amostragem.

Pontos de amostragem

Para a execução das análises, foram selecionados seis pontos de coleta de amostras de água no rio Jucu Braço Sul e mais um ponto depois de seu encontro com o rio Jucu Braço Norte, em quatro campanhas distintas, no período de um ano. Os pontos de coleta estão indicados e descritos na Tabela 1.

Análise laboratorial

As amostras foram coletadas em frascos de vidro esterilizados, contendo 0,3 mL de solução EDTA e preservadas a temperaturas baixas, com gelo. As análises foram realizadas no laboratório de Microbiologia do complexo Biopráticas do Centro Universitário Vila Velha (UVV). O método utilizado para a análise de coliformes termotolerantes foi o de tubos múltiplos, por determinação do número mais provável (NMP/100 mL). As análises foram realizadas em triplicas e com três volumes diferentes de diluição. Incubadas a 35 oC, por 48 horas, em caldo lactosado e a confirmação realizada no meio de cultura verde brilhante e *Escherichia coli* a 45 oC (Apha, 1995; Giatti et al., 2004).

Tabela 1 Distribuição e localização dos sete pontos de coleta das águas do rio Jucu Braço Sul.

Pontos	Localização dos pontos de coleta
1	Ponto referente à nascente do rio Jucu Braço Sul (rio dos Cavalos), Localizado em Aracê, no município de Domingos Martins. Entrada pela Br 262, km 86.
2	Localizado à jusante (1 km) do restaurante “Casa da Bica”, em Alto Santa Maria, recebendo contribuição dos córregos São Floriano, Areinha, da União e Vítor Hugo. Entrada pela Br 262, km 68.
3	Localizado à jusante (1 km) do encontro com as águas do rio Fundo, afluente que deságua antes do ponto 4.
4	Localizado à montante (1,5 km) do centro de Marechal Floriano, recebendo a contribuição das águas do rio Fundo.
5	Localizado à jusante (1,5 km) do centro urbano de Marechal Floriano. Neste ponto o rio já recebeu todo o esgoto <i>in natura</i> produzido em Marechal Floriano.
6	Localizado a 500 metros à montante da junção dos braços sul e norte do rio Jucu.
7	Localizado à jusante (800 metros) da junção dos braços sul e norte, já no rio Jucu propriamente dito.

Para análise inferencial, utilizou-se análise de variância e o teste de tukey, bem como cálculo de médias e respectivos desvios padrões para descrição dos resultados obtidos. Adotou-se, para avaliação dos resultados, nível de 5% de significância.

Resultados

Os resultados médios das análises microbiológicas e

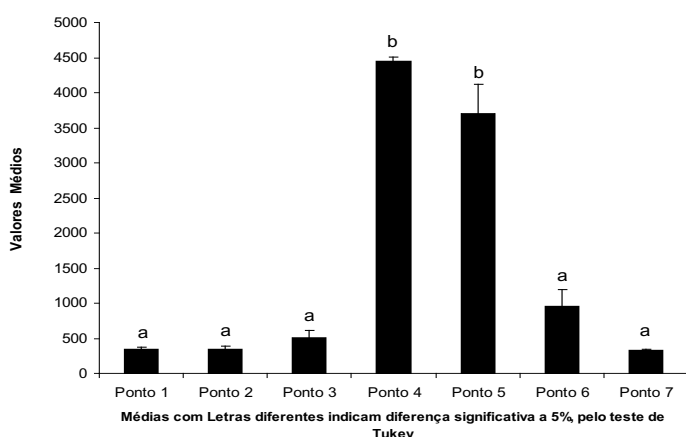


Figura 2 Valores médios de coliformes termotolerantes (NMP) e seus respectivos erros padrões; n=21

suas respectivas análises estatísticas, para os sete pontos de coleta, no decorrer das quatro campanhas, estão dispostos na Figura 2.

As características microbiológicas da água variaram basicamente, de acordo com os diferentes usos e ocupações do solo, observadas nos pontos de amostragem estudados.

A qualidade microbiológica da água apresentou diferença entre os pontos de amostragens do rio Jucu Braço Sul ($p < 0,05$), e os valores mais baixos foram registrados nos pontos 1 e 7. As amostras apresentaram diferença significativa separando os pontos de amostragem em dois grupos distintos, constituindo o primeiro grupo de pontos 1, 2, 3, 6 e 7 e segundo grupo 4 e 5.

Comparando os pontos de amostragens em relação a concentração de coliformes termotolerantes observadas, destaca-se o ponto 4, o mais impactado por esta ação, apresentou contaminação 5 vezes maior que o ponto 1, que situa-se na nascente, este manteve o menor registro.

Discussão

Atualmente no Brasil, os padrões de potabilidade de águas para o abastecimento público estão estabelecidos pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama), do Ministério do Meio Ambiente, principalmente pela Resolução Conama nº 357/2005, que dispõe sobre a classificação dos corpos d'água e diretrizes ambientais para seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes e de outras providências. Em sua seção I, a Resolução 357 classifica as águas doces em classes 1, 2 e 3, de acordo com sua utilização, para as águas destinadas ao abastecimento para consumo humano, com tratamento simplificado, convencional ou avançado, respectivamente (Conama, 2005).

O programa de monitoramento das bacias hidrográficas no Espírito Santo iniciou-se em 1989, pela Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEAMA) e, a partir de 1998, o monitoramento passou para o Instituto Estadual do Meio Ambiente (IEMA). Atualmente, o IEMA determina parâmetros físico-químicos, teor de metais e de coliformes e realiza testes toxicológicos. Na bacia do rio Jucu são monitorados, pelo IEMA, seis pontos de amostragem, sendo três, localizados no Braço Sul. Além do IEMA, a CESAN também realiza monitoramento, porém para uso próprio, sem obrigatoriedade de divulgação (Iema, 2006).

Os coliformes termotolerantes são microrganismos diretamente associados à poluição por esgotos domésticos, uma vez que tais bactérias são provenientes do trato digestório de animais homeotérmicos (Giatti et al., 2004). A presença de

coliformes termotolerantes indica contaminação por fezes e, conseqüentemente, de outros microorganismos patogênicos (Silva & Araújo, 2003). As concentrações de coliformes termotolerantes apresentaram-se bastante variáveis ao longo do período de monitoramento. Em todos os pontos amostrados, foram encontrados indícios de contaminação. Com exceção dos pontos 4 e 5, todos os valores observados estão dentro do limite estabelecidos pelo Conama (1.000 coliformes termotolerantes por 100 mL), referente à proteção à vida aquática e à recreação de contato primário, porém, para o consumo humano, não é recomendável, mesmo em baixas concentrações (Conama, 2005; Gonçalves et al., 2005), somente após tratamento convencional.

Segundo Madruga et al. (2008), foi observada poluição microbiológica em pequenas e micro bacias com ocupação urbana, e em todos esses trabalhos, a contaminação foi relacionada com o lançamento de esgoto sem tratamento nos corpos d'água.

Nos pontos de amostragem 4 e 5, o corpo d'água já está bastante poluído e não satisfaz às especificações de água classe 4 da Resolução Conama nº 357/05, pôde-se observar durante as coletas uma maior descarga de esgoto doméstico. Além disso, no ponto 4, já houve o aporte do afluente rio Fundo no rio Jucu Braço Sul e, de acordo com as análises, pode-se inferir que este afluente contribui de forma representativa para um aumento no teor de poluição orgânica (Conama, 2005). Esta região do ponto 4, além da exploração agropecuária, é constituída de um vilarejo, cujo esgoto doméstico é lançado in natura. No ponto 5, o rio Jucu Braço Sul segue ao lado do centro urbano de Marechal Floriano, que, por sua vez, despeja esgoto sem qualquer tratamento prévio. O ponto 6 está distante do centro da cidade de Marechal Floriano, porém, apesar de queda no valor, ainda apresenta alta concentração de coliformes termotolerantes na água. No ponto de amostragem 7, após o encontro dos braços, observou-se a diminuição na concentração de termotolerantes, que pode ser justificado pelo efeito diluição. Ressalta-se que, de acordo com as análises estatísticas realizadas, os pontos 6 e 7 apresentaram concentração de coliformes significativamente inferiores aos pontos 4 e 5.

Da análise dos dados apresentados, verifica-se que o parâmetro coliformes termotolerantes está em diversas instâncias fora das especificações da Resolução Conama nº 357/05, para águas classe 2 (Conama, 2005). Neste ponto, o rio Jucu Braço Sul já se encontrou com o rio Jucu Braço Norte, aumentando assim sua vazão, o que influenciaria no fator diluição. Por outro lado, o Braço Norte contribui com uma carga de poluentes menor que o do Braço Sul, de acordo com trabalho realizado por esta equipe.

Conclusão

O monitoramento periódico da qualidade microbiológica da água e a observação das medidas de proteção das fontes privadas são fatores importantes para a prevenção de doenças e veiculação hídrica, considerando-se que o consumo de água potável constitui-se em uma das ações de saúde pública de maior impacto na prevenção de doenças e dos índices de mortalidade.

A concentração de coliformes termotolerantes foi utilizada como indicador de poluição e também do grau de interferência antrópica, a qual seguramente tem refletido no desequilíbrio dos ecossistemas aquáticos estudados, desequilíbrio esse causado principalmente pelo efeito do lançamento de esgotos e resíduos domésticos, no presente caso.

O ponto de amostragem 4, Rio Fundo, mostra elevada poluição em comparação com os outros pontos que se localizam no Rio Jucu, decorrente da inadequada disposição de esgotos domésticos, não somente da população ribeirinha, mas de toda a região situada adjacente, que inclusive, é maior até que a do ponto de amostragem 5, que recebe lançamento in natura de esgoto doméstico de toda a cidade de Marechal Floriano. Vale ressaltar que outros fatores antrópicos foram visualizados em campo, tais como: intensa atividade agrícola, granjas de médio porte, suinocultura, pecuária, ausência de mata ciliar, plantação de eucalipto, entre outros fatores impactantes. Entretanto, os valores de coliformes encontrados para esses dois pontos não apresentaram diferença estatística no nível de 5% de significância, porém, ambos apresentaram diferença significativa, neste nível de significância, quando comparados a todos os outros pontos amostrados.

Assim, considera-se que o rio Jucu Braço Sul tem a qualidade de suas águas comprometida pelas atividades antrópicas e, portanto, o monitoramento da qualidade desta água para abastecimento público deve ser realizado constantemente. Desta forma, o tratamento e disposição dos esgotos seriam as mais importantes medidas para reverter essa situação de risco à saúde pública. Essas medidas, juntamente com um programa de educação sanitária, visariam o esclarecimento e a mudança de hábitos da população local. Por fim, a partir desses dados, é perceptível a necessidade de políticas públicas que viabilizem a conservação dos recursos hídricos da região.

Agradecimentos

Ao Centro Universitário Vila Velha (UVV) pelo financiamento do projeto nº 23/2006.

Referências

- American Public Health Association (1995) **Standard Methods for the Examination of the Water and Wastewater**. 19th ed., New York: APHA.
- Amaral LA, Nader FA, Rossi Junior OD, Ferreira, LA & Barros, LSS (2003) Água de consumo humano como fator de risco à saúde em propriedades rurais. **Revista de Saúde Pública** 37: 510-514.
- Buss DF & Nessimian JL (2003) Bases conceituais para a aplicação de biomonitoramento em programas de avaliação da qualidade da água de rios. **Caderno de Saúde Pública** 19: 465-73.
- Calisto, M; Ferreira, WR; Moreno, P; Goulart, M & Petrucci, M. (2002) Aplicação de um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats em atividades de ensino e pesquisa (MG-RJ). *Acta Limnológica Brasileira* 14: 91-98.
- Conama (2005) nº375, **Classificação das águas doces, salobras e salinas do Território Nacional**. Diário Oficial 11356-11361.
- Cunha, AC, Cunha HFA, Júnior ACPB, Daniel LA & Schulz HE (2004) Qualidade microbiológica da água em rios de áreas urbanas e periurbanas no baixo amazonas: o caso do Amapá. **Engenharia Sanitária e Ambiental** 9: 322-328.
- Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (2006) **As Bacias Hidrográficas do Estado do Espírito Santo** [online] <http://www.iema.es.gov.br>.
- Giatti LL, Rocha AA, Santos FA, Bitencourt SC & Pieroni, SRM (2004) Condições de Saneamento básico em Iporanga, Estado de São Paulo. **Revista de Saúde Pública** 38: 571-577.
- Gonçalves CS, Rheinheimer DS, Pellegrini JBR & Kist SL (2005) Qualidade da água numa microbacia hidrográfica da cabeceira situada em região produtora de fumo. **Revista Brasileira Agrícola e Ambiental** 9: 391-399.
- Guzzo FJM (2006) **Ampliação do Sistema de Abastecimento de Água da Grande Vitória-ES** [online] <http://www.unesco.org.uy/phi/libros/estrategias/art02>.
- Madruga FV, Reis FAGV, Giordano LC & Medeiros GA (2008) Avaliação da influência do Córrego dos Macacos na Qualidade da Água do Rio Mogi Guaçu, no município de Mogi Guaçu-SP. **Engenharia Ambiental** 5: 152-168.
- Martins RF & Froehner S (2008) Avaliação da composição química de sedimentos do Rio Barigüi na região metropolitana de Curitiba. **Química Nova** 38: 2010-2020.
- Silva RCA & Araújo TM (2003) Qualidade da água do manancial subterrâneo em áreas urbanas de Feira de Santana (BA). **Ciência e Saúde Coletiva** 8: 1019-1028.
- Zimmermann CM, Guimarães OM & Peralta-Zamora PG (2008) Avaliação da qualidade do corpo hídrico do rio Tibagi na região de Ponta Grossa utilizando análise de componentes principais (PCA). **Química Nova** 31: 1727-1732.