

# Estudo limnológico visando avaliação da qualidade das águas do rio Jucu Braço Norte, ES<sup>1</sup>

Limnological study aiming water quality evaluation of the Jucu Braço Norte river, ES

Vilma R Terra<sup>1,4</sup>, Rodrigo Pratte-Santos<sup>1,2,5,\*</sup>, Robert B Aliprandi<sup>1,6</sup>, Fernando F Barcelos<sup>1,7</sup>, João LD Martins<sup>1,8</sup>, Romildo R Azevedo Jr<sup>1,9</sup>, & Roberto S Barbiéri<sup>3,10</sup>

<sup>1</sup> Centro Universitário Vila Velha - UVV. Rua Comissário José Dantas de Melo, 21, Boa Vista, Vila Velha, ES. CEP 29101-770; <sup>2</sup> Faculdade PIO XII, Rua Bolivar de Abreu, Cariacica, ES, CEP 29146-330; <sup>3</sup> Faculdade de Minas-FAMINAS, Muriaé, MG, CEP 36880-000; <sup>4</sup> vilma.terra@uvv.br; <sup>5</sup> rodrigopratte@hotmail.com; <sup>6</sup> robert.aliprandi@gmail.com; <sup>7</sup> fernando.barcelos@uvv.br; <sup>8</sup> joao.martins@uvv.br; <sup>9</sup> romildo@uvv.br; <sup>10</sup> robertosbarbieri@yahoo.com.br

\* Autor para correspondência: rodrigopratte@hotmail.com

**Resumo** Sabe-se que a principal fonte de água para abastecimento da população das cidades são os rios. Esses corpos d'água estão sujeitos a inúmeras perturbações, sejam elas naturais, sejam antrópicas. Em se tratando do manancial avaliado neste trabalho, o rio Jucu braço norte, foi possível perceber in loco algumas formas diretas de impactos de origem antrópica, tais como recebimento de alta carga de nutrientes, tanto orgânicos como industriais, e de agrotóxicos. A partir dessa observação, objetivou-se avaliar a qualidade da água do rio Jucu braço norte por meio da medição de parâmetros físico-químicos e bacteriológicos. Para tanto, foram realizadas seis campanhas, com seis pontos de amostragem e, para a maioria dos parâmetros físico-químicos analisados, não foi observada diferença significativa no nível de 5% de significância entre os pontos, a partir das análises estatísticas realizadas. Os parâmetros que apresentaram diferença significativa foram: pH, OD, condutividade, sólidos totais e temperatura e, na maioria dos casos, essa diferença ocorreu entre os demais pontos e a nascente. Comparando os resultados para OD e pH com a legislação estabelecida pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), observou-se que estes parâmetros estão de acordo com os padrões estabelecidos pela Resolução nº 357 desse órgão, como água doce, classe 2, o que representa a potabilidade da água desse rio após tratamento convencional, porém, observou-se, a partir da análise da concentração de coliformes termotolerantes, indicativos de contaminação do manancial. Os resultados obtidos refletem a situação geral dos mananciais brasileiros, ainda com qualidade para uso, mas cada vez mais impactados.

**Palavras-chaves** : impacto ambiental, poluição da água, parâmetros físico-químicos, coliformes termotolerantes.

**Abstract** It is well known that rivers are the main source of water for city populations. These water bodies are subjected to numerous

natural or anthropic disturbances. Regarding the north arm of the Jucu River evaluated in this work, it was possible to verify in loco a few direct forms of anthropic impact, such as high nutrient load (organic or industrial) and pesticides. Based on this observation, this study aimed to evaluate the water quality of the north arm of the Jucu River through measurements of physicochemical and bacteriological parameters. To achieve this objective, six campaigns with six sampling points were performed. For most physicochemical parameters analyzed, statistical analyses showed no significant difference superior to 5% between the points. The parameters that presented a significant difference were pH, DO, conductivity, total solids, and temperature; in most cases, this difference occurred between the other points and the headwaters. When comparing the DO and pH results with the legislation established by the National Council for the Environment (CONAMA), it was observed that these parameters are in accordance with the standards established by Resolution 357, such as class 2 freshwater, which represents potability of the water of this river after conventional treatment; however, analysis of thermotolerant coliforms indicate water contamination. The obtained results reflect the general situation of Brazilian headwaters: still fit for use, but increasingly impacted.

**Keywords** environmental impact, water pollution, physicochemical parameters, thermotolerant coliforms.

## Introdução

A grande oferta de água em nosso planeta conduz à falsa sensação de recurso inesgotável. No entanto, apenas 0,14% do total dessa água é doce, teoricamente apta ao consumo imediato por

estar disponível em lagos, rios e lençóis subterrâneos. Atualmente, vinte e nove países não possuem água doce para toda a população e projeta-se que, em 2050, cinquenta países não terão água suficiente para suas necessidades básicas (Bettega *et al.* 2006). Do baixo percentual de água doce, ainda há que se excluir a porção muito contaminada por poluentes a ponto de tornar o recurso inutilizável ou de difícil utilização para o consumo humano. As principais fontes de contaminação são: esgotos urbanos sem tratamento, aterros sanitários, agrotóxicos, garimpos e resíduos industriais (Macedo 2004).

O crescimento demográfico e o desenvolvimento socioeconômico são acompanhados por aumentos na demanda por água, cuja quantidade e qualidade são de fundamental importância para a saúde e o desenvolvimento de qualquer comunidade. Esses fatores podem alterar a qualidade de corpos hídricos (Froehner e Martins 2008).

A principal fonte de água para abastecimento são os rios. Esses corpos d'água estão sujeitos a inúmeras perturbações e a biota aquática reage a esses estímulos, sejam naturais, sejam antrópicos (Buss e Nessimian, 2003). Um importante aspecto relacionado aos principais rios brasileiros refere-se à carga de poluentes recebida de seus afluentes, principalmente os que atravessam perímetros urbanos (Madruga *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.

A bacia hidrográfica do rio Jucu, que é acometida por diversas das ações antrópicas citadas anteriormente, pertence em sua totalidade ao estado do Espírito Santo, e, 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 das bacias desses rios, estão situadas diversas unidades de conservação e em suas desembocaduras estão localizados manguezais com área de 18 km<sup>2</sup>, correspondente a 20% de toda a região de manguezal do estado (IEMA 2008).

Dessa forma, considerando a relevância da bacia do rio Jucu como fonte de abastecimento da população da Grande Vitória/ES, o objetivo deste trabalho foi analisar parâmetros limnológicos das águas do rio Jucu, avaliando a qualidade de suas águas, por meio da comparação entre os pontos de coleta e sugerir alternativas para uma boa preservação dos recursos hídricos, uma vez que dessa preservação depende a sustentabilidade do manancial e, conseqüentemente, de todo o ecossistema que dele é dependente.

## Métodos

### Caracterização da área de estudo

A bacia do Jucu possui uma área de drenagem aproximada de 2.220 km<sup>2</sup>, sendo composta por dois braços: norte e sul. O curso principal deste rio se desenvolve numa extensão aproximada de

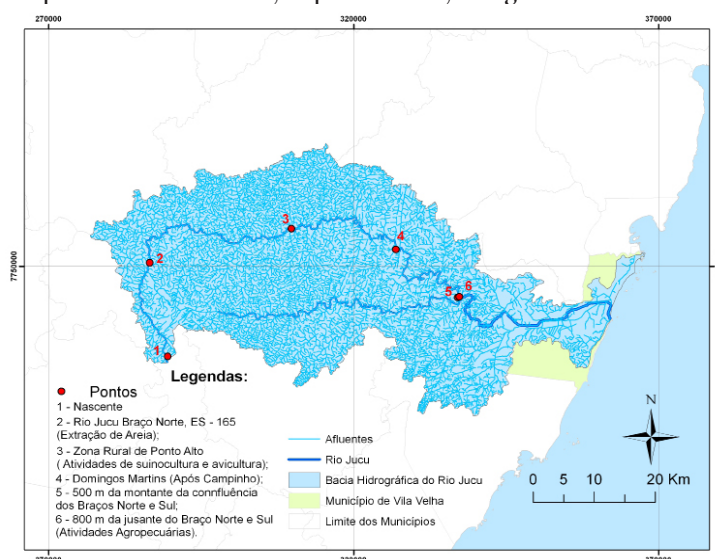
166 km até desaguar na praia da Barra do Jucu, no município de Vila Velha/ES. De sua extensão total, 123 km correspondem ao trecho conhecido como braço norte, localizado no município de Domingos Martins/ES. O rio Jucu braço sul tem aproximadamente 80 km e uma área de drenagem de 480 km<sup>2</sup>. Os 43 km restantes correspondem ao trecho do rio Jucu, desde a confluência dos seus braços norte e sul até a foz (IEMA 2008).

O município de Domingos Martins (20°18'30" de latitude Sul e 40°43'30" de longitude Oeste) está situado na região centro-serrana do estado do Espírito Santo, a 542 metros de altitude e a 43 km de Vitória, capital do Estado. A área geográfica do município é de aproximadamente 1.232 km<sup>2</sup>. Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em 2006, o total de propriedades agrícolas era de 4.753, sendo 90% de pequeno porte com predomínio da agricultura de base familiar, e as culturas de maior destaque o café, a banana, o morango e os hortifrutigranjeiros; na produção animal, destacam-se granjas avícolas de médio e de pequeno porte, e a área de matas e florestas totaliza em torno de 26.346 hectares.

O relevo martinense, em função da altitude, tem a seguinte distribuição aproximada: 10% estão abaixo de 500 m, 35% de 500 a 800 m, 30% de 800 a 1000 m e 25% acima de 1000 m, assim sendo 90% das suas terras estão em altitudes superiores a 500 m. Em razão disso, apresenta um clima tropical de altitude, com temperaturas amenas durante o ano. Há a ocorrência de precipitações pluviométricas, principalmente nos meses de outubro a abril. A média anual, no período de 1976 a 2006, foi de 1.366 mm (Nóbrega *et al.* 2008).

### Pontos de amostragem

Para a execução das análises, foram selecionados seis pontos de coleta de água, sendo cinco no rio Jucu braço norte e um depois de seu encontro com o rio Jucu braço sul. Os pontos de coleta estão representados e descritos, respectivamente, na Figura 1 e na Tabela 1.



**Figura 1** Bacia do rio Jucu no município de Domingos Martins, região serrana do estado do Espírito Santo, Sudeste do Brasil, e localização dos seis pontos de coletas investigados.

**Tabela 1** Descrição dos pontos de amostragem investigados no rio Jucu Braço Norte.

Pontos	Descrição
1	Ponto referente à nascente do rio Jucu braço norte (rio dos Cavalos), localizado em Aracê, município de Domingos Martins.
2	Ponto próximo à ponte localizada na ES-165, caminho para Afonso Cláudio. Aproximadamente a 6 km da Br 262. (Atividade agrícola).
3	Zona rural de Ponto Alto (próximo à cidade de Paraju). (atividades de avicultura, suinocultura e agrícola).
4	Antes de Campinho/Domingos Martins. Após a região de Melgaço. (Atividade agropecuária).
5	Aproximadamente 500m à montante da confluência dos braços norte e sul do rio Jucu. (Atividade agropecuária).
6	Localizado à jusante, aproximados, 800 metros da confluência dos braços norte e sul do rio Jucu. (Atividade agropecuária).

#### Métodos laboratoriais

As coletas foram realizadas em seis campanhas distintas, no período de agosto/2007 a junho/2008, tendo sido analisados os seguintes parâmetros limnológicos: demanda bioquímica de oxigênio (DBO), demanda química de oxigênio (DQO), fósforo total, nitrogênio total, nitrogênio amoniacal, nitrato, nitrito, ferro total, sólidos totais, turbidez, pH, condutividade, oxigênio dissolvido (OD), temperatura, transparência, matéria orgânica e coliformes termotolerantes.

As metodologias utilizadas para determinação dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos seguiram normas americanas (Apha 1995). In situ foram determinados: pH, com o uso de um pHmetro portátil Quimis, modelo Q-400 HM; condutividade; OD; salinidade e medições de temperatura, com o uso de um aparelho multiparâmetros YSI, modelo 85/100 FT. Os equipamentos foram devidamente calibrados e aferidos com padrões de controle analítico. Para os demais parâmetros, as amostras foram coletadas na superfície do rio, acondicionadas em frascos apropriados mantidos em caixas de isopor com gelo à temperatura de 4 °C e submetidas às análises em laboratório, em triplicata.

Além da análise das variáveis limnológicas, determinou-se, neste trabalho, o índice de qualidade da água, IQA, desenvolvido pela U. S. National Sanitation Foundation, que seleciona nove parâmetros mais significativos para avaliar a qualidade das águas e atribuiu, para cada um deles, um peso relativo. Os parâmetros selecionados são: DBO, OD, fósforo total, nitrogênio total, sólidos totais, turbidez, pH, temperatura e coliformes termotolerantes (Cetesb 2009).

Para análise estatística dos dados, utilizou-se análise de variância e teste de tukey para a verificação de diferenças significativas, bem como cálculo de médias e respectivos desvios padrões para descrição dos resultados obtidos. Quando necessário, fez-se uso de transformação de dados para normalizá-los ou homogeneizar variâncias a fim de satisfazer os pressupostos da análise de variância, mas, para apresentação, os dados estão expressos em seu formato original. Adotou-se como significativo p-valor menor ou igual a 0,05.

Uma análise de clusters foi realizada a fim de se considerar

simultaneamente todas as informações obtidas pelos vários parâmetros levantados. Segundo Hair *et al.* (1998), a análise de clusters, também conhecida como análise de conglomerados, é um conjunto de técnicas estatísticas cujo objetivo é agrupar objetos segundo suas características, formando grupos ou conglomerados homogêneos.

Para verificar a associação entre os parâmetros foi utilizada análise de correlação de Pearson (Sokal e Rohlf 1995) entre as variáveis. O software utilizado para as análises estatísticas foi o SPSS 15.0.

#### Resultados e discussão

Para a maioria dos parâmetros físico-químicos das águas do rio Jucu braço norte analisados não foi observada diferença significativa entre os pontos na análise de variância. Os parâmetros que apresentaram diferença significativa foram: pH, oxigênio dissolvido, condutividade elétrica, sólidos totais e temperatura.

Mediante análises efetuadas para determinação de pH (Tabela 2), foi observado que o ponto 1 obteve o menor valor médio (5,9), demonstrando diferença significativa quando comparado aos demais pontos amostrados, tendo o ponto 5 apresentado a maior média (7,3).

**Tabela 2** Resultados para as análises de pH e oxigênio dissolvido (OD) nos pontos de amostragem do rio Jucu braço norte, ES. Os dados estão expressos em média  $\pm$  desvio padrão.

Pontos	pH	OD
1	5,9 $\pm$ 0,4 <sup>a</sup>	6,0 $\pm$ 1,3 <sup>a</sup>
2	6,8 $\pm$ 0,1 <sup>b</sup>	7,8 $\pm$ 0,5 <sup>b</sup>
3	6,8 $\pm$ 0,5 <sup>b</sup>	8,4 $\pm$ 0,3 <sup>b</sup>
4	7,2 $\pm$ 0,3 <sup>b</sup>	7,9 $\pm$ 0,3 <sup>b</sup>
5	7,3 $\pm$ 0,4 <sup>b</sup>	8,4 $\pm$ 0,5 <sup>b</sup>
6	7,2 $\pm$ 0,6 <sup>b</sup>	8,3 $\pm$ 0,6 <sup>b</sup>

O parâmetro oxigênio dissolvido (OD) (Tabela 2) apresentou o mesmo comportamento do pH, tendo no ponto 1 o menor valor observado (6,0 mg L<sup>-1</sup>), diferença significativa para os demais pontos e os maiores valores médios encontrados nos pontos 3 e 5, ambos da ordem de 8,4 mg L<sup>-1</sup>. Sabe-se que baixos valores de OD e pH em corpos d'água estão associados ao processo de decomposição da matéria orgânica, gerando ácidos húmicos e fúlvicos (Costa *et al.*, 2006). O ponto 1 fica situado em mata fechada, solo rico em matéria orgânica com alta umidade, o que pode justificar estes resultados.

Ao comparar os resultados da Tabela 2 para OD e pH com a legislação estabelecida pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), observa-se que estes parâmetros estão de acordo com os padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA 357 (2005), água doce, classe 2.

A temperatura média da água nos pontos de amostragem 1,

2 e 3 apresentou pequena variação (18,0, 19,1 e 21,3 °C), não se registrando diferença significativa entre eles, porém observou-se significância quando compararam-se esses pontos aos outros. O ponto 1 foi o que apresentou menor valor de temperatura, fato que pode estar associado a uma maior altitude, aproximadamente 1.000 metros (Krupek *et al.* 2008).

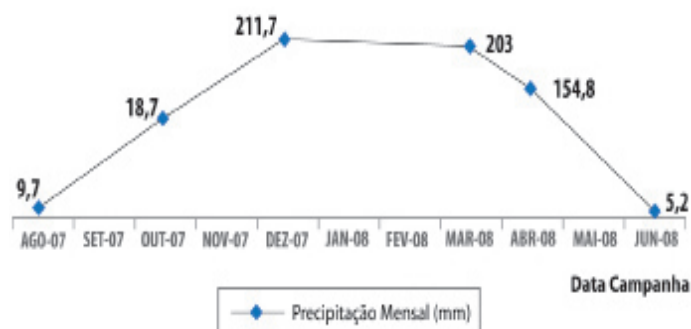
A condutividade elétrica das águas superficiais do rio Jucu braço norte teve seus níveis médios variando de 62,2 a 93,0  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ . Esses valores, de acordo com a Cetesb (2008), indicam ambiente ainda não completamente impactado, pois, segundo essa fonte, considera-se ambiente impactado quando o valor de condutividade é superior a 100  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ .

Os valores de condutividade elétrica podem ser afetados pelas características geoquímicas da região, pela pluviosidade ou pela concentração de sólidos totais (Esteves 1998, Krupek *et al.* 2008, Oliveira *et al.* 2008, Cabral 2007). No presente estudo, foram observados maiores valores médios de condutividade no período chuvoso, acordando com os autores anteriormente citados. Os sólidos totais tiveram suas concentrações médias variando entre 183,5 e 210,8  $\text{mg L}^{-1}$ . O menor valor de sólidos totais, 183,5  $\text{mg L}^{-1}$ , foi verificado no ponto 2, que também apresentou baixa condutividade elétrica (68,9  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ ), valores estes que podem estar relacionados à alta pluviosidade (118,7 mm) observada no período da campanha, a qual poderia levar a um efeito de diluição. Sobre esses parâmetros, verificou-se, ainda, coeficiente de correlação entre sólidos totais e condutividade elétrica significativo ( $p = 0,019$ ) e da ordem de 0,388.

Para análise dos índices de coliformes termotolerantes, é importante verificar as taxas de pluviosidade dos locais amostrados, pois as concentrações podem variar de acordo com a precipitação. Em intervalos com maior frequência de chuvas, pode ocorrer diluição de poluentes (Belluta *et al.* 2009).

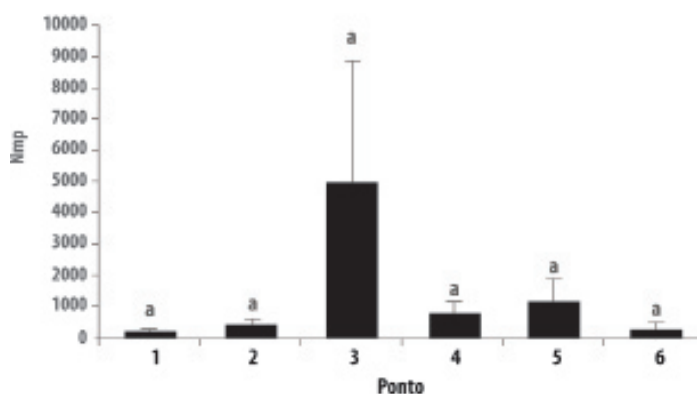
Segundo dados da Secretaria de Estado da Agricultura, Abastecimento, Aquicultura e Pesca (Seag 2008), nas datas de coleta, os valores de pluviosidade variaram entre 5,2 e 211,7 mm, caracterizando a sazonalidade de estações, conforme pode ser observado na Figura 2.

Quando analisados os índices de coliformes termotolerantes nos pontos amostrados, não foram observadas diferenças



**Figura 2** Variação mensal de pluviosidade no município de Domingos Martins, Espírito Santo, nos seis períodos referentes às coletas durante o período de estudo no rio Jucu braço norte.

significativas entre os valores obtidos (Figura 3), mesmo com as concentrações médias de microrganismos apresentando alta amplitude, de 190,5 a 4.954,0 Número Mais Provável (NMP 100  $\text{mL}^{-1}$ ) nas amostras de água, verificando-se concentração bastante diferenciada entre o ponto 3 e os demais.

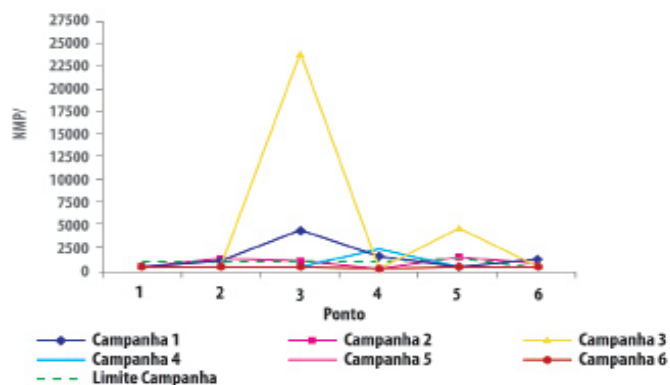


**Figura 3** Resultados do teste de Tukey para as análises de coliformes termotolerantes nos pontos de amostragem do rio Jucu braço norte, ES. Os dados estão expressos em média  $\pm$  erro padrão. Letras diferentes indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

A contaminação por coliformes termotolerantes em corpos d'água é um problema considerado crítico se o manancial for fonte de abastecimento hídrico, como é o caso do rio Jucu. Em Botucatu, SP, Belluta *et al.* (2009), em estudo similar, relacionaram os resultados obtidos nas análises da água do córrego Cintra para coliformes termotolerantes e parâmetros físico-químicos com supostos riscos às populações ribeirinhas. Apesar de não terem encontrado diferenças significativas para coliformes termotolerantes entre os diferentes pontos de coleta, esses autores sugerem que a interação entre esses fatores é um risco potencial para a população, sendo esta situação comum para os rios brasileiros.

Confrontando-se os resultados obtidos para coliformes termotolerantes nos pontos de coleta, nas diferentes campanhas, apresentados na Figura 4, com o limite estabelecido pela resolução do CONAMA nº 357/2005, que delimita coliformes termotolerantes em 1.000 NMP 100  $\text{mL}^{-1}$  para classes de água que podem ser destinadas ao abastecimento para consumo humano, considera-se o rio Jucu braço norte como água doce de classe 2. Resultados semelhantes foram encontrados por Campello *et al.* (2005), em estudo na região da Floresta Nacional de São Francisco de Paula (RS). Percebe-se ainda que os pontos 3, 4 e 5 não oferecem, com base neste parâmetro, em algumas épocas do ano, condições apropriadas, por estarem acima dos níveis definidos.

Fez-se a análise de correlação de Pearson entre os valores de coliformes termotolerantes e os parâmetros físico-químicos das águas do rio Jucu braço norte e, dentre os 18 parâmetros da água analisados, apenas quatro obtiveram correlações significativas quando cruzados com o parâmetro coliformes termotolerantes. Foram eles: IQA, fósforo total, sólidos totais e ferro total (Tabela 3).



**Figura 4** Número mais provável de coliformes termotolerantes por ponto e em cada uma das seis campanhas realizadas, nas águas do rio Jucu braço norte, durante período de estudo.

**Tabela 3** Coeficiente da correlação de Pearson ( $-1 < r < 1$ ) e significância estatística dos parâmetros limnológicos no rio Jucu braço norte com os valores de coliformes termotolerantes (significativo para  $p < 0,05$ ).

Parâmetros	Coeficiente de Correlação (r)	p-valor
pH	0,033	0,848
Temperatura	-0,011	0,947
Turbidez	0,110	0,522
Transparência	0,104	0,546
Condutividade	0,131	0,445
OD	0,153	0,373
OD Percentual	0,160	0,351
DQO	0,067	0,698
DBO	0,218	0,202
Fósforo Total	-0,461	0,005
Sólidos Totais	0,487	0,003
Ferro Total	-0,496	0,002
Fosfato	-0,129	0,454
Nitrogênio Amoniacal	-0,158	0,358
Nitrato	-0,318	0,058
Nitrito	-0,249	0,143
Nitrogênio	-0,225	0,188
IQA	-0,498	0,002

A única correlação positiva observada foi com a variável sólidos totais, enquanto as outras mostraram-se inversamente proporcionais ao índice de coliformes. Todos os quatro parâmetros apresentaram coeficiente de correlação em torno de 0,4, positivo ou negativo, indicando que um único desses parâmetros não tem uma influência definitiva sobre a concentração de termotolerantes.

A correlação positiva observada entre coliformes termotolerantes e sólidos totais (Tabela 3) pode estar associada ao fato de que o aumento dos sólidos totais é uma situação que favorece a proliferação bacteriana em corpos d'água, conforme discutido por Palhares e Calijuri (2007), em estudo sobre a interferência da suinocultura na qualidade da água. Segundo esses autores, a matéria orgânica favorece o crescimento de microrganismos, influenciando

altos valores de DBO e consequentemente uma diminuição de oxigênio dissolvido, podendo afetar a vida aquática.

Ainda sobre os resultados da correlação, tem-se uma correlação negativa significativa entre coliformes termotolerantes e IQA. Isto pode ser atribuído ao fato de que o parâmetro coliformes é utilizado no cálculo do IQA, sendo um parâmetro de maior peso, contribuindo de forma relevante no resultado desse índice. Vale salientar que o aumento do valor de coliformes termotolerantes decresce a qualidade da água, com conseqüente diminuição do IQA (Cetesb 2009), por isso espera-se correlação negativa entre essas duas variáveis, conforme ocorreu neste estudo.

Os resultados obtidos na análise de clusters corroboram o posicionamento das diversas análises de variância realizadas para os parâmetros avaliados no estudo, pois a análise do dendrograma, bem como a avaliação da distância entre os coeficientes de aglomeração, indica que a conformação mais indicada, quando se considera o conjunto de todos os parâmetros avaliados, é a aglomeração em dois clusters somente, de modo que, em um deles, figura o ponto 1 isolado, enquanto, no outro, se posicionam todos os outros pontos. Considerando a aglomeração dentro desse segundo cluster, os pontos 5 e 6 foram os primeiros a se associar, pois apresentaram menor distância entre eles.

## Conclusão

Os resultados obtidos neste trabalho demonstram que as águas do rio Jucu braço norte estão impactadas pela ação antrópica. Porém, ainda podem ser classificadas como sendo de água doce classe 2, segundo a resolução 357 do CONAMA.

As análises de variância e de clusters realizadas indicam que os diversos pontos amostrados, no geral, não se diferenciam muito, somente se comparados à nascente (ponto 1), mas vale ressaltar uma particularidade ocorrida no ponto 3, que, conforme discutido, apresentou altíssima concentração de termotolerantes, o que é indicativo de impacto por ação antrópica. De fato, verificou-se nas imediações desse ponto a ocorrência de criação de suínos e de frangos.

Com relação às análises de correlação realizadas, as correlações negativas significativas entre os parâmetros fósforo total e ferro total com a concentração de termotolerantes sugerem que estes componentes podem estar inibindo o crescimento da microbiota aquática do rio Jucu braço norte.

Embora as pesquisas que visam a diagnosticar e tratar ambientes aquáticos degradados tenham aumentado muito nas últimas décadas, ainda se está longe do ideal. Os corpos hídricos brasileiros estão cada vez mais impactados.

Considerando os resultados e as características do rio Jucu braço norte, as alternativas que devem ser implementadas para que haja uma maior qualidade de suas águas, e que serviria para os demais

rios brasileiros, seriam, principalmente: restauração/preservação das matas ciliares; ocupação e uso correto do solo, por meio de manejos agroecológicos; eliminação do lançamento de esgotos domésticos e dejetos de animais no curso d'água, além de campanhas educacionais com a população ribeirinha.

---

## Referências

- Apha (American Public Health Association) (1998) American Water Works Association and Water Environment Federation. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 20th ed. Washington DC: Apha.
- Belluta I, Silva AMM, Camargo CHC, Rall VLM (2009) Impacts on the springs of Cintra Stream (Botucatu, São Paulo State, Brazil) and downstream variations in water quality. *Acta Limnological Brazilian* 21: 11-24.
- Bettega JMPR, Machado RM, Banisk G, Barbosa CA (2006) Métodos analíticos no controle microbiológico da água para consumo humano. *Ciência e Agrotecnologia* 30: 950-954.
- Buss DF, Nessimian JL (2003) Bases conceituais para a aplicação de biomonitoramento em programas de avaliação da qualidade da água de rios. *Cadernos de Saúde Pública* 19: 465-73.
- Cabral NMT (2007) Teores de nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) e amônio ( $\text{NH}_4^+$ ) nas águas do aquífero Barreiras nos Bairros do Reduto, Nazaré e Umarizal - Belém/PA. *Química Nova* 30: 1804-1808.
- Campello FD, Braga CF, Gonçalves CV, Gonçalves CS, Fubro D, Santos Júnior JE, Rodrigues GG, Hartz SM (2005) Avaliação preliminar da qualidade das águas da Floresta Nacional de São Francisco de Paulo, RS, Brasil. *Revista Brasileira de Biociências* 3: 47-64.
- Cetesb Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (2008) Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br>>. Acesso em: 1 mar 2009.
- Conama - Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução (2005) Conama nº 357, de 17 de Março de 2005. Brasília, 2005. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama>>. Acesso em: 10 jul 2008.
- Costa W, Marques MB, Delezuk JAM, Folkuenig ES (2006) Avaliação preliminar da qualidade da água do arroio Madureira e afluentes. *Ciências Exatas e da Terra, Ciências Agrárias e Engenharias* 12: 15-22.
- Esteves FA (1988) Fundamentos de limnologia. Rio de Janeiro: Interciência.
- Froehner S, Martins RF (2008) Avaliação da composição química de sedimentos do Rio Barigüi na Região metropolitana de Curitiba. *Química Nova* 31: 2020-2026.
- Hair JF, Black B, Babin B, Anderson RE, Tatham RL (1998) **Multivariate data analysis**. 5 ed. New Jersey: Prentice Hall.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2008) Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>.
- IEMA - Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Disponível em: <<http://www.meioambiente.es.gov.br>>. Acesso em: 19 abr 2008.
- Krupek RA, Branco CCZ, Peres CK (2008) Variação sazonal de alguns parâmetros físicos e químicos em três rios pertencentes a uma bacia de drenagem na região centro-sul do Estado do Paraná, Sul do Brasil. *Acta Scientiarum Biological Sciences*, 30: 431-438.
- Macedo JAB (2004) **Águas & Águas**. 2 ed. Belo Horizonte - MG: CRQ-MG.
- Madruga FV, Reis AGV, Medeiros GA & Girdano LC (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.
- Nóbrega NEF, Silva JGF, Posse SCP, Ramos HEA (2008) Classificação climática e balanço hídrico climatológico para a região produtora de morango em Domingos Martins - ES. In: XX CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 2008. **Anais do XX Congresso Brasileiro de Fruticultura**, VITÓRIA - ES, 2008.
- Oliveira LC, Gomes BM, Baumgartner G, Sebastien NY (2008) Variação espacial e temporal dos fatores limnológicos em riachos da microbacia do rio São Francisco Verdadeiro. *Engenharia Agrícola* 28: 770-781.
- Palhares JCP, Calijuri MC (2007) Caracterização dos afluentes e efluentes suíncolas em sistema de crescimento/terminação e qualificação de seu impacto ambiental *Ciência Rural* 37: 502-509.
- Seag - Secretaria de Estado da Agricultura, Abastecimento, (2008) Aquicultura e Pesca. Disponível em: <[www.seag.es.gov.br](http://www.seag.es.gov.br)>.
- Sokal, R. R. & Rohlf F J (1995) **Biometry** New York: WH Freeman.