

Vilma R Terra^{1,4}, Rodrigo Pratte-Santos^{1,2,5}, Robert B Aliprandi^{1,6}, Fernando F Barcelos^{1,7}, Phellippe AS Marbach^{1,9}, João LD Martins^{1,10}, Romildo R Azevedo Jr^{1,8}, & Roberto S Barbiéri^{3,11}

Monitoramento do rio Jucu Braço Sul: Caracterização e avaliação dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos.

Monitoring of seasonality of the Jucu Braço Sul river: characterization and evaluation of the physiochemicals and microbiologicals parameters

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 físico-químicos e 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 no período de julho/2006 a março/2007, em sete pontos de amostragem, definidos de forma a se obter boa representatividade do manancial como um todo. Os pontos de amostragem que demonstraram maior contaminação por coliformes termotolerantes foram o ponto quatro, que recebe a contribuição do rio Fundo, bastante poluído, e o ponto 5, que recebe despejo de esgoto doméstico, in natura, da cidade de Marechal Floriano. Pelos resultados obtidos, as águas do Jucu braço sul, no geral, são consideradas de boa qualidade e se classificam como classe 2, de acordo com a Resolução CONAMA 357/2005. Medidas como a criação de rede coletora de esgoto e tratamento na região central de Marechal Floriano e a proposta de uma conscientização ambiental seriam uma busca para melhoria da qualidade da água desse manancial que, junto ao rio Santa Maria da Vitória, abastece a região mais populosa do estado do Espírito Santo.

Palavras-chaves qualidade da água, parâmetros físico-químicos e microbiológicos, poluição

Abstract The river basin Jucu in the state consists of two branches, the north and south. The southern branch drains mainly, in the state of Espírito Santo, the city of Marechal Floriano. This study was developed in that branch out to evaluate the water quality through physical, chemical and microbiological parameters. Several impacts were observed in that spring, including: domestic and hospital sewage, extraction of sand silting, reduction and elimination of forest fringe. There were four campaigns between July/2006 to March/2007, in seven sampling points which were defined in order to obtain good representation of the spring as a whole. The sampling points which showed a contamination by thermotolerant coliform were the point four, which receives assistance from the Fundo river, very polluted, and point five, which receives dumping of domestic sewage, in natura, from the city of Marechal Floriano. By the results, its water, in general, is considered of good quality and is classified as class 2, according to CONAMA resolution 357/2005. Measures such as the creation of a sewerage system in the central region of Marechal Floriano and the proposal for an environmental awareness would be a search for improving water quality in that spring that, with the river Santa Maria da Vitoria, supplies the most populous region in the state of Espirito Santo.

Keywords water quality, physiochemical and microbiological parameters, pollution.

1 Centro Universitário Vila Velha - UVV. Rua Comissário José Dantas de Melo, 21, Boa Vista, Vila Velha, ES, Brasil. 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 phellippe.marbach@uvv.br

10 joao.martins@uvv.br

11 robertosbarbieri@yahoo.com.br

Introdução

Dentre os recursos naturais fundamentais, a água é o que apresenta maior destaque, pois sua disponibilidade é

fundamental a todas as espécies, compreendendo tanto a sua qualidade como a sua quantidade. A qualidade da água está relacionada ao tipo de uso e deve ser mantido um constante monitoramento de suas qualidades físicas, químicas e biológicas a fim de impedir danos ao sistema aquático e, em última análise, à saúde humana (Sardinha et al., 2008)

A ausência de mata ciliar, o uso inadequado do solo, o crescimento populacional desordenado, o lançamento de esgoto e as práticas agrícolas como pulverização de pesticidas e aplicação de fertilizantes geram impactos como contaminação por microorganismos patogênicos, alteração da biodiversidade, aporte de matéria orgânica, trazendo como consequências a eutrofização, deposição de resíduos no sedimento dos mananciais e disseminação de enfermidades (Martins et al., 2008; Gonçalves et al., 2005; Donadio et al., 2005).

A bacia hidrográfica do rio Jucu, com uma extensão de cerca de 80km até sua foz no Oceano Atlântico, 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 1.700m de altitude, estando situado principalmente no município de Marechal Floriano (12.699 habitantes), desembocando no rio Jucu braço norte, quando passa a ser chamado apenas de rio Jucu (Iema, 2008).

Essa bacia, toda pertencente ao estado do Espírito Santo, conforme indicado na Figura 1, em conjunto com a bacia do rio Santa Maria da Vitória, é responsável por todo o abastecimento hídrico da região da Grande Vitória e recebe uma alta carga de nutrientes, tanto orgânicos como industriais, e de agrotóxicos, originados principalmente pelo escoamento superficial de áreas cultivadas com café e banana. Às margens do rio, observam-se diversas atividades impactantes como extração de areia para construção civil; emissão de resíduos sólidos domésticos e industriais; lançamentos de resíduos de pocilgas, currais e abatedouros de aves sem o devido tratamento (Guzzo, 2008)

Mediante o relato da literatura, bem como da observação in loco de fatores degradantes como os anteriormente citados, este trabalho, em uma primeira fase de pesquisa, buscou realizar análises físico-químicas e microbiológicas das águas do rio Jucu braço sul, visando avaliar seu nível de poluição, podendo, a partir desse diagnóstico, dar sugestões para um planejamento de manejo sustentável de grande importância não só para a população ribeirinha, mas também para toda a população da Grande Vitória, que se abastece da água desse manancial.

Métodos

Caracterização da área de estudo

A bacia do rio Jucu possui uma área de drenagem aproximada de 2.220 km². 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, 123 km correspondem ao trecho conhecido como Braço Norte. O rio Jucu braço sul tem aproximadamente 80 km e uma área de drenagem de 480 km². Os 43 km restantes correspondem ao do trecho do rio Jucu, desde a confluência dos braços norte e sul até a foz (Iema, 2008).

As vazões médias anuais e mínimas desta bacia são de 27,0 m³ s⁻¹ e 8,30 m³ s⁻¹, à montante das captações d'água da Companhia Espírito Santanense de Saneamento - CESAN, para o período de retorno de 10 anos (Braga, et al., 2003).

O Município de Marechal Floriano está localizado na região Sudeste do Brasil, situa-se na região das montanhas, ficando apenas a 45 km da capital do Espírito Santo, Vitória. Sua área territorial é de 284,84 km² e as coordenadas geográficas são: latitude 20°24'48" e longitude 40°40'26". A altitude média é de 544 metros. O relevo do município é montanhoso e acidentado. O clima é tropical de altitude, com temperatura amena durante a maior parte do ano. As áreas com matas remanescentes da Mata Atlântica localizam-se principalmente no alto dos morros. O restante da vegetação é formado por pastagens, plantio de café, culturas permanentes e temporárias. O rio Jucu braço sul banha todo o município, de Oeste a Leste. Também cortam o município pequenos rios e córregos, tais como o rio Fundo e o rio Peixe Verde (Prefeitura Municipal de Marechal Floriano, 2008).

Pontos de amostragem

Para a execução das análises, foram selecionados sete pontos de coleta de amostras de água, em quatro campanhas distintas, no período de julho de 2007 a março de 2008. Os pontos de coleta estão indicados e descritos, respectivamente, na Figura 1 e na Tabela 1.

Os parâmetros analisados foram: demanda bioquímica de oxigênio (DBO), demanda química de oxigênio (DQO), fósforo total, nitrogênio total, sólidos totais, turbidez, pH, condutividade, oxigênio dissolvido (OD), temperatura, transparência e coliformes termotolerantes. A medição de todos os parâmetros foi realizada em triplicata.

As metodologias utilizadas para determinação dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos seguiram as normas americanas, conforme método de análise citado na Tabela 2 (Apha, 1995).

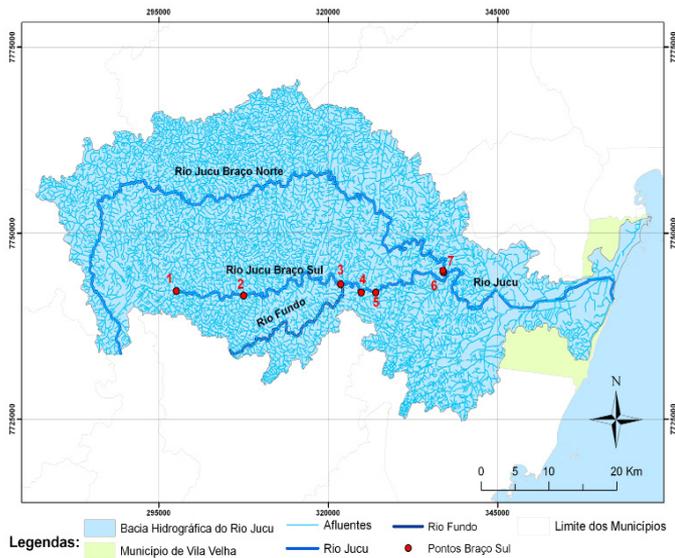


Figura 1 Bacia hidrográfica do rio Jucu e seus respectivos pontos de amostragem.

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 estatística dos dados, além de confecção de tabelas e gráficos, bem como a tomada de medidas, foram realizadas análises de variâncias e testes a posteriori, optando-se pela metodologia de tukey para estes. Adotou-se 5 % como valor de significância em todas os testes. Uma análise de clusters foi realizada a fim de se considerar simultaneamente todas as informações obtidas pelos vários parâmetros levantados e discutir a proximidade entre os pontos.

Tabela 2 Metodologias utilizadas para determinação dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos.

Parâmetros	Metodologia	Limites do Conama nº357/05	Limites de quantificação
DBO (mg L ⁻¹)	Método Winker	= 3,0	2,0mg.L ⁻¹
Fósforo total (mg L ⁻¹)	Ácido ascórbico	= 0,02	0,05mg.L ⁻¹
Turbidez (UNT)	Multiparâmetro	= 40,0	0,1 UNT
OD (mg L ⁻¹)		= 6,0	-
pH	pHmetro	6,0 – 9,0	-
Coliformes termotolerantes (NMP)	Tubos múltiplos	< 1000	2,0mg.L ⁻¹
DQO	Método de refluxo	-	0,02mg.L ⁻¹
Nitrogênio total	-	-	10,0mg.L ⁻¹

Resultados e Discussão

De modo geral, os valores encontrados para os diversos parâmetros físico-químicos avaliados neste estudo no rio Jucu braço sul estiveram de acordo com limites estabelecidos por órgãos ambientais competentes. Em relação ao parâmetro temperatura isto ocorreu, sendo observado na nascente um menor valor, em torno de 17 °C, com diferença significativa pelo teste de tukey (*p*-valor = 0,04) quando comparado somente ao ponto 7, em que a temperatura média foi de 23 °C. Esses dados estão de acordo com os resultados de Donadio et al. (2005), quando estudaram o comportamento das variáveis físico-químicas entre o ponto da nascente e pontos distanciados desta e verificaram que a temperatura aumentou sucessivamente à medida que o ponto se distanciava da nascente.

Ainda observando o parâmetro temperatura, verificaram-se diferenças significativas entre as campanhas, como se pode observar na Figura 2. As diferenças observadas são entre as campanhas 1, 2 e 3, com médias de 17,9 °C, 19,2 °C e 19,9 °C, respectivamente, quando comparadas à campanha 4, quando a média foi de 23,6 °C. Conclui-se, portanto, que a temperatura é influenciada pelo sazonalidade.

Considerando o parâmetro pH, as medidas mantiveram-se praticamente constantes em todos os pontos de todas as campanhas, com valores próximos da neutralidade, com exceção do ponto 1, localizado na nascente do rio, onde foram encontrados valores médios de pH levemente ácidos, na faixa de 5,6 a 6,3. Esse fato pode ser justificado pela decomposição da matéria orgânica presente no local, uma vez que é caracterizado por uma mata fechada e preservada (Franca et al., 2006).

Com relação aos outros pontos, observou-se diferença significativa para o ponto 2 (pH médio = 6,9), quando comparado aos pontos 6 (pH médio = 7,4) e 7 (pH médio = 7,38).

Entre campanhas, a análise de variância realizada mostra não haver diferença significativa para pH, pois *p*-valor =

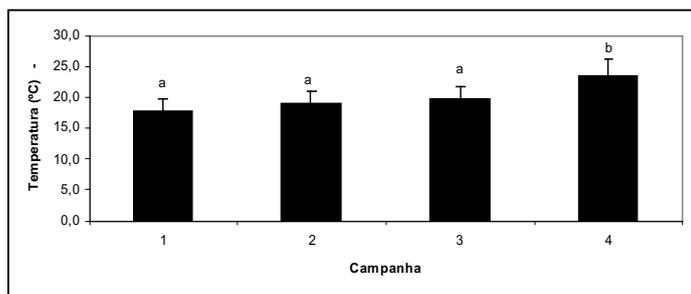


Figura 2 Médias e respectivos desvios padrões do parâmetro temperatura nas quatro campanhas realizadas. Letras distintas indicam diferença significativa pelo teste de tukey a 5% de significância.

0,705. Vale salientar que o pH pode ser influenciado por despejos domésticos e/ou industriais, pelo tipo de solo e pela erosão de áreas agrícolas com o emprego de corretivos e fertilizantes (Franca et al., 2006).

Assim como para o pH, para o parâmetro OD, no ponto 1, foram observados os valores mais baixos, o que pode ser explicado pelo fato de que a água, quando retirada de lençol freático, apresenta-se isenta deste gás por não ter contato com a atmosfera, segundo Souza & Nunes (2008). Ainda segundo esses autores, o Conama não estipula valores de OD para nascentes. A resolução Conama 357/2005 estabelece um limite mínimo para OD de 5,0 mg O₂ L⁻¹, para rios de classe 2. Portanto, o rio Jucu braço sul, de um modo geral, enquadra-se nas exigências dessa resolução em qualquer das datas avaliadas.

Os resultados da DQO foram muito variados. No ponto 1, foi obtido o maior valor médio, 69,8 mg L⁻¹, e, no ponto 5, o menor, 10,5 mg L⁻¹. Porém, a análise de variância não indicou diferença significativa, com p-valor de 0,854.

Entre as campanhas, na terceira, período chuvoso - verão, houve um aumento significativo no valor de DQO quando comparado às outras campanhas (p-valor < 0,01, em todos os comparativos pelo teste de tukey), sendo o valor médio da campanha 3 de 127,3 mg L⁻¹ de O₂ e, nas campanhas 1, 2 e 4, de 21,9 mg L⁻¹, 10,0 mg L⁻¹ e 6,1 mg L⁻¹ de O₂, respectivamente.

A resolução Conama 357/2005 não estabelece limites para esse parâmetro de qualidade da água. No presente caso, especula-se que a água das chuvas tenha carregado resíduos ricos em matéria orgânica e levado a esse aumento nos valores de DQO. Essa suposição está em acordo com Zimmermann & Peralta-Zamora (2008), em seu estudo sobre o rio Tibagi, ao avaliarem a relação de diversos parâmetros, dentre eles DQO, com a precipitação mensal e a vazão, concluíram que a elevação desses parâmetros está diretamente relacionada com o carreamento de cargas difusas, principalmente originadas pelas atividades agrícolas e pecuárias características da região. Estas cargas são geradas de forma distribuída ao longo da superfície do solo por inúmeros agentes poluidores, que afluem aos corpos d'água

preferencialmente por ocasião das chuvas.

A análise do parâmetro DBO demonstrou que o ponto 1 apresentou-se com característica diferenciada, pois, neste ponto, encontrou-se o maior valor médio de DBO, sendo o menor valor encontrado no ponto 7. Porém não se observou diferença significativa entre os pontos (p-valor = 0,143).

Entre as campanhas, na terceira, ocorreu a maior média de DBO (3,0 mg L⁻¹), sendo significativa pelo teste de tukey quando comparada às das campanhas 1 (média de 1,7 mg L⁻¹ e p-valor = 0,006) e 2 (média de 1,8 mg L⁻¹ e p-valor = 0,016), e não significativa quando comparada à campanha 4 (média de 2,3 mg L⁻¹ e p-valor = 0,222). Como a terceira campanha foi o período de maior incidência de chuvas, acima de 200 mm, poderia se esperar a princípio uma queda nos valores de DBO, porém, observou-se exatamente o contrário. Sabe-se que a DBO é influenciada pela decomposição de matéria orgânica e que essa decomposição eleva a DBO. Lançamentos de esgoto doméstico e resíduos provenientes da pecuária contribuem para altos valores de DBO (Campello et al, 2005). Mais uma vez, especula-se que a água das chuvas tem papel importante no aumento dos valores do parâmetro, conforme relatado por Zimmermann & Peralta-Zamora (2008). Ressalta-se que, apesar da variação inesperada, em todas as campanhas, os valores de DBO, foram inferiores ao limite máximo estabelecido pela resolução Conama, 357/2005 para águas de classe 2, o qual corresponde a 5,0 mg L⁻¹.

Já para o parâmetro sólidos totais (Figura 3), pela análise de variância, não foi verificada diferença significativa entre pontos (p-valor = 0,962), indicando que a variação é provavelmente fator do acaso, porém, a partir do ponto 4, o corpo d'água já está bastante poluído e não satisfaz às especificações de água classe 4 da Resolução nº 357/05 (Conama, 2005). O aumento da carga de sólidos totais nos pontos 4 e 5 não surpreendeu, visto que, na região próxima a estes pontos, 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.

O rio Fundo está sujeito, ao longo da sua microbacia, a várias ações antrópicas, por ser uma região de intensa atividade agropecuária e de ocupação urbana. Além disso, esse rio recebe a carga de vários afluentes, sendo alguns deles muito impactados, com grau elevado de eutrofização. No ponto 5, o rio Jucu braço sul segue ao lado do centro de Marechal Floriano, que por sua vez despeja esgoto in natura, sem qualquer tratamento prévio.

Ao contrário, entre as campanhas, foi verificada diferença significativa (p-valor = 6x10⁻⁸). Os valores para sólidos totais foram maiores para a campanha 4, variando de 390 a 1.210

mg.L⁻¹, com média de 755,7 mg.L⁻¹. Verifica-se que essa campanha 4 apresentou valor médio diferenciado de todas as demais, sendo da ordem de 755,7 mg.L⁻¹. Além disso, a campanha 1 apresentou o segundo maior valor médio, 193,3 mg.L⁻¹, tendo se diferenciado significativamente das campanhas 2 e 3, que foram as de menor valor médio para este parâmetro, 37,9 e 65,7 mg.L⁻¹, respectivamente, não se encontrando diferença estatística entre essas duas últimas.

Esses resultados não condizem com o que seria esperado em função do regime de chuvas para as quatro campanhas, uma vez que os maiores volumes observados foram nas campanhas 2 (acima de 100 mm) e 3 (acima de 200 mm), que apresentaram os menores valores de sólidos totais, e os menores valores de pluviosidade, na 1 e 4 (ambas, abaixo de 100 mm), quando foram verificados os maiores valores de sólidos totais. Diversos autores relatam que um novo aporte de água aumenta a concentração de sólidos totais dissolvidos (Carvalho et al., 2004; Madruga & Reis, 2008). Porém, existe a possibilidade de um efeito contrário, ou seja, que, em períodos de menor pluviosidade, a baixa vazão e a redução do volume de água concentrem os sólidos totais.

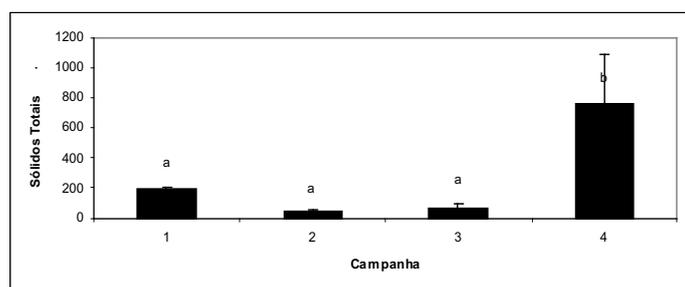


Figura 3 Médias e respectivos desvios padrões do parâmetro sólidos totais (mg L⁻¹) nas quatro campanhas realizadas. Letras distintas indicam diferença significativa pelo teste de tukey a 5% de significância.

Para o nitrogênio total, não foi encontrada diferença significativa entre pontos (p-valor = 0,719). No ponto 1, observaram-se maiores valores em todas as campanhas. Conforme já comentado anteriormente, nesse ponto localiza-se a nascente, com material rico em húmus, o que explicaria este comportamento.

Entre campanhas, observou-se diferença significativa (p-valor = 3×10^{-5}) para o nitrogênio total. As campanhas 1 e 2, médias de 0,9 mg L⁻¹ e 0,7 mg L⁻¹, respectivamente, não se mostraram diferentes entre si, mas se diferenciaram significativamente das campanhas 3 e 4, cujas concentrações médias foram de 0,1 mg L⁻¹ e 0,2 mg L⁻¹, respectivamente.

É possível que as maiores concentrações de nitrogênio estejam relacionadas à intensificação da atividade agrícola na região, que a partir do uso de técnicas agrícolas convencionais, como adubação, possa levar ao carreamento de substâncias para o corpo d'água, representando uma contribuição de fonte difusa.

Nas análises de fósforo total, observaram-se baixos teores e sem maiores variações, da ordem de 0,01 mg L⁻¹, em todos os pontos e para todas as campanhas, não sofrendo, portanto, influência nem mesmo da sazonalidade. Valores elevados de fósforo são responsáveis por induzir processo de eutrofização (Campello et al, 2005). Em ambientes com fluxo intermediário de água, como é o caso do rio Jucu braço sul, o valor máximo de fósforo permitido é de 0,05 mg L⁻¹. O fósforo nos níveis em que foi observado neste trabalho não traz problemas de ordem sanitária para a água.

Não foi observada variação significativa para condutividade elétrica, nem entre pontos (p-valor = 0,07) e nem entre campanhas (p-valor = 0,41). Os valores medidos indicam que este manancial tem salinidade baixa, como é comum se encontrar na maioria dos trabalhos com mananciais de grande porte. A condutividade, não diferente dos outros parâmetros físico-químico avaliados, apresentou-se dentro dos limites estabelecidos por órgãos legisladores de parâmetros ambientais. Considerando o que preconiza a Cetesb (2008), níveis superiores a 100 μ S.cm⁻¹ indicam ambientes impactados.

Para o parâmetro turbidez, entre pontos não se verificou significância estatística, pois p-valor = 0,111. Já entre campanhas, a significância foi observada com p-valor da ordem de 0,03. Na Figura 4, observam-se maiores valores nas campanhas 2 e 4, sem diferença significativa entre estas duas, porém, ambas apresentaram diferença significativa com as campanhas 1 e 3, enquanto estas duas últimas não apresentaram significância entre si. A turbidez se mostrou dentro dos níveis estabelecidos por órgãos competentes, pois, pela Resolução do Conama 357/2005, o limite de turbidez estabelecido para rios de classe 2 é de até 100 UNT, o qual não foi excedido em nenhuma das amostras efetuadas neste trabalho.

A turbidez na água é causada pela matéria orgânica e inorgânica em suspensão. Valores mais elevados de turbidez devem-se ao escoamento pelas águas superficiais (Sardinha et al, 2008).

Os valores médios observados para coliformes termotolerantes encontrados (Tabela 3), considerando todas as amostragens realizadas, foram maiores nos pontos 4 e 5.

A análise de variância mostrou haver diferença significativa para este parâmetro quando se comparam os diferentes pontos (p-valor = 7×10^{-4}) e o teste de tukey evidencia que a diferença é significativa quando se confrontam o ponto 4 ou o ponto 5 com qualquer dos outros pontos. O comparativo entre esses dois pontos mostra não existir diferença significativa.

Nos pontos de amostragem 4 e 5, o corpo d'água se encontra mais impactado e não satisfaz às especificações de água classe 4 da Resolução n° 357 (Conama, 2005). No ponto 4, há o aporte do afluente rio Fundo e, de acordo com

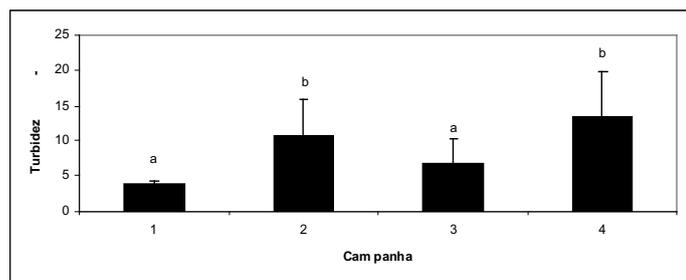


Figura 4 Médias e respectivos desvios padrões do parâmetro turbidez (UNT) nas quatro campanhas realizadas. Letras distintas indicam diferença significativa pelo teste de tukey a 5% de significância.

os resultados, pode-se inferir que este afluente contribui de forma representativa para um aumento no teor de poluição orgânica. Na amostragem do ponto 5, observou-se um aporte representativo de esgoto oriundo da cidade de Marechal Floriano.

Entre campanhas não se observou diferença significativa (p -valor = 0,998) para o parâmetro coliformes termotolerantes. Dessa forma, conclui-se que a sazonalidade não influenciou de maneira determinante na concentração deste parâmetro.

A análise de clusters, realizada a fim de considerar simultaneamente todas as informações obtidas pelos vários parâmetros mensurados nos diferentes pontos, mostrou, a partir do dendograma (Figura 5), que a subdivisão em grupos (clusters) é bastante oportuna. Foram formados dois grupos: o primeiro composto pelos pontos 1, 2, 3, 6 e 7 e o segundo, pelos pontos 4 e 5, corroborando o que já vinha sendo delineado pelos resultados das análises de variância e dos testes de Tukey até então discutidos.

Os pontos 4 e 5 formam um grupo independente dos outros, sendo este o grupo com os pontos que apresentam menor qualidade de água. Provavelmente, o agrupamento destes pontos foi designado pela descarga de poluentes oriunda das águas do rio Fundo, que por sua vez desemboca à montante do ponto 4 do rio Jucu braço sul e pelo despejo de esgoto in natura do centro urbano de Marechal Floriano, à jusante do ponto 5.

Tabela 3 Valores da média \pm erro padrão para o parâmetro coliformes termotolerantes (NMP).

Pontos	Coliformes termotolerantes
1	350,0 ^a \pm 20,4
2	350,0 ^a \pm 35,6
3	512,5 ^a \pm 92,1
4	4450,0 ^b \pm 64,5
5	3700,0 ^b \pm 424,2
6	962,5 ^a \pm 224,9
7	325,0 ^a \pm 25,0

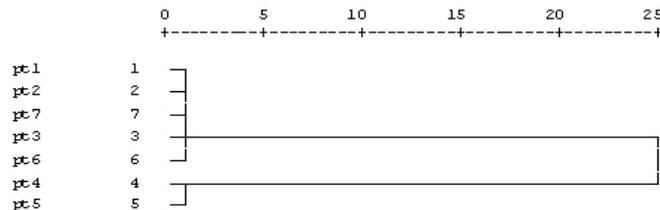


Figura 5 Análise de agrupamento dos 7 pontos de coleta de água do rio Jucu Braço Sul.

Já o grupo representado pelos pontos 1, 2, 3, 6 e 7 apresenta subdivisões internas. Os pontos 1 e 2, por exemplo, possuem um equivalente de similaridade maior entre si, quando comparado aos outros pontos deste grupo. Provavelmente, apesar da distância entre estes pontos (11,5 km, aproximadamente), o agrupamento se mantém mais forte pelo fato destes pontos ainda não terem recebido grande contribuição de esgoto.

A qualidade das águas do rio Jucu braço sul pode ser considerada razoável para o abastecimento e consumo humano, de acordo com os resultados obtidos, sendo classificada como classe 2, segundo o Conama.

Os pontos 4 (à montante do centro de Marechal Floriano, após receber o aporte do rio Fundo) e 5 (à jusante do centro urbano de Marechal Floriano) merecem atenção especial, pois formam um grupo à parte, comparados aos outros pontos na análise de clusters, caracterizando-se como sendo os de menor qualidade em ambos os períodos.

Desta forma, a identificação dos principais agentes poluidores, pode ajudar na prevenção de possíveis doenças veiculadas pela água, bem como na busca de soluções para a diminuição ou erradicação do agente poluidor, gerando benefícios para a saúde pública.

A diminuição do despejo de esgoto doméstico com a criação de rede coletora de esgoto e tratamento na região central de Marechal Floriano já seria uma excelente medida na busca de melhoria para a qualidade da água. Vale salientar que apenas 1,4% da população do Estado que vive na área rural tem rede coletora de esgoto (a maioria - 42,5% - usa fossas rudimentares), sendo o Espírito Santo o primeiro colocado em despejo de esgoto em mares, rios e lagos. Ressalta-se que a coleta e o tratamento do esgoto doméstico é um problema nacional.

Como propostas para estudos posteriores são indispensáveis análises mais detalhadas da área de estudo, além de incluir outros tipos de análises, como agrotóxicos, produtos muito utilizados na região, e também propor um estudo de monitoramento da qualidade da água do rio Jucu braço norte e do rio Fundo, que foi detectado como um provável veículo de contaminação bacteriológica do rio Jucu braço sul.

Referências

- Apha - American Public Health Association (1995) **Standard methods for the examination of the water and wastewater**, 19th ed., New York: APHA.
- Braga B, Hespanhol I, Conejo JGL, Barros MTL, Veras JMS, Porto MFA, Nucci NLR, Juliano NMA & Eiger S (2003) **Introdução à engenharia ambiental**. São Paulo: Prentice Hall.
- Campello FD, Braga CF, Gonçalves CB, Gonçalves CS, Fuhro D, Santos Júnior JE, Rodrigues GG, Guerra T & Hartz SM (2005) Avaliação preliminar da qualidade das águas da Floresta Nacional de São Francisco de Paula, RS, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências** 3: 47-65.
- Carvalho, CF, Ferreira, AL, Stapelfeldt, F (2004) Qualidade das águas do ribeirão Ubá- MG : **Revista da Escola de Minas, Ouro Preto**, 57 (3): 165-172.
- Cetesb. IQA - **Índice de qualidade da água** (2008) Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/indice_iap_iqa.asp>. Acesso em: 20/03/2009
- Conama - **Conselho Nacional do Meio Ambiente** (2005) Resolução n. 357, de 17 de março de 2005. Brasília, DF.
- Donadio NMM, Galbiatti JÁ & Paula RC (2005) Qualidade da Água de nascentes com diferentes usos do solo na Bacia Hidrográfica do Córrego Rico, São Paulo, Brasil. **Engenharia Agrícola** 1: 115-125.
- Franca RM, Frischkorn H, Santos MRP, Mendonça LAR & Beserra MC (2006) Contaminação de Poços Tubulares de Juazeiro do Norte-CE. **Engenharia Sanitária e Ambiental** 11: 191-102.
- Guzzo FJM. **Ampliação do Sistema de Abastecimento de Água da Grande Vitória-ES**, disponível em: <http://www.unesco.org.uy/phi/libros/estrategias/art02.html>, acesso em: 18 de fevereiro de 2008.
- Iema, **As Bacias Hidrográficas do Estado do Espírito Santo**, disponível em: <http://www.iema.es.gov.br>, acesso em: 18 de fevereiro de 2008.
- Madruça FV & Reis FAGV (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.
- Prefeitura Municipal de Marechal Floriano**. Disponível em www.marechalfloriano.es.gov.br. Acesso em 20 de Fevereiro de 2008.
- Sardinha DS, Conceição FT, Souza ADG, Silveira AJM, Gonçalves JCSI (2008) Avaliação da Qualidade da Água e Autodepuração do Ribeirão do Meio, Leme (SP) **Engenharia Sanitária e Ambiental** 13: 329-338.
- Souza HML & Nunes JRS (2008) Avaliação dos Parâmetros Físico-químicos e bacteriológicos do Córrego Figueira pertencente à Microbacia do Queima-Pé de Tangará da Serra -MT. **Engenharia Ambiental** 5: 110-124.
- Zimmermann MC, Guimarães MO & 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.