



MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA EM UMA SEÇÃO TRANSVERSAL DO RIO CATOLÉ, ITAPETINGA-BA

Quelle Rebouças dos Santos¹, Micael de Souza Fraga², Eduardo Morgan Uliana³,
Alexsandro dos Santos Reis⁴, Flávia Mariani Barros⁵

1. Engenheira Ambiental, Especialista em Meio Ambiente e Desenvolvimento, Mestranda em Engenharia Civil e Ambiental pela Universidade Estadual de Feira de Santana – UEFS. (quellers@hotmail.com)
2. Engenheiro Ambiental, Mestrando em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Viçosa – UFV.
3. Engenheiro Ambiental, Doutorando em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Viçosa – UFV.
4. Engenheiro Ambiental, Mestre em Engenharia Civil e Ambiental pela Universidade Federal de Pernambuco – UFPE.
5. Engenheira Agrônoma, D.Sc. em Engenharia Agrícola – UFV, Professora da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB. Brasil.

Recebido em: 06/05/2013 – Aprovado em: 17/06/2013 – Publicado em: 01/07/2013

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a variação da qualidade da água em um perfil transversal do rio Catolé, Itapetinga-BA, aproximadamente 50m à montante do ponto de captação de água para abastecimento. Foram realizadas medidas de vazão e velocidade, em cada amostra foram analisados pH, Turbidez, OD, nitrato, fósforo total e CE. Para a análise dos dados utilizou-se: o teste de Tukey a 5% de probabilidade para verificar diferença entre as medias das variáveis, a correlação de Pearson entre as variáveis e a vazão, e comparação dos resultados à legislação vigente. O pH, Turbidez e OD apresentaram valores dentro do limite estabelecido pela CONAMA n° 357/2005 para as águas doces de Classe 2, o nitrato e fósforo total não atenderam à legislação. O CONAMA não estabelece limite para a CE. Pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade verificou-se que os valores médios de pH e o OD não apresentaram diferenças significativas entre novembro e fevereiro, tendo os menores e maiores valores nos meses de maio e agosto, respectivamente. Todos os valores para a turbidez e o nitrato diferiram entre si estatisticamente. O fósforo total entre maio e agosto e entre novembro e fevereiro, não apresentaram diferenças significativas. A CE não apresentou diferença significativa entre agosto e novembro. O teste de Pearson apresentou correlação significativa apenas para turbidez e fósforo. O rio Catolé na seção transversal avaliada apresenta características de rio Classe 1 e classe 2 para pH, OD e turbidez. E necessita melhorar os valores de Fósforo, Nitrato, que ficaram acima dos limites estabelecidos pela resolução, e CE.

PALAVRAS-CHAVE: água, catolé, monitoramento

MONITORING OF WATER QUALITY IN A CROSS SECTION OF THE RIVER CATOLÉ – ITAPETINGA-BA

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the variation of water quality in a cross-section of the river Catolé, Itapetinga-BA, approximately 50m upstream of the point of abstraction of water for supply. Each sample was analyzed pH, turbidity, dissolved oxygen, nitrate, total phosphorus and EC. For the data analysis was used: the Tukey test at 5% probability to verify differences between the measures of variables, the Pearson correlation between variables and flow, and comparing results with current legislation. The pH, turbidity and OD values were within the limit established by CONAMA No.357/2005 for freshwater Class 2, nitrate and total phosphorus did not comply with legislation. The CONAMA does not establish limits to the EC. By Tukey test at 5% probability was found that the mean values of pH and DO were not significantly different between November and February, with the lowest and highest values in May and August, respectively. All values for turbidity and nitrate differ statistically. The total phosphorus between May and August and between November and February, showed no significant differences. The EC was not significantly different between August and November. The Pearson test showed a significant positive correlation of turbidity, a positive correlation, and phosphorus, a negative correlation. The river cross section Catolé evaluated characteristics of the river has Class 1 and Class 2 for pH, DO and turbidity. And it needs to improve the values of phosphorus, nitrate, which were above the limits established by resolution, and CE.

KEYWORDS: catolé, monitoring, water.

INTRODUÇÃO

Os múltiplos usos da água são indispensáveis às atividades humanas onde se destacam, entre outros, o abastecimento público e industrial, a irrigação, a produção de energia elétrica e as atividades de lazer e recreação, bem como a preservação da vida aquática.

No Brasil a Constituição Federal de 1988, dentre outras definições, estabeleceu que a água é um bem da coletividade, sob domínio dos Estados ou da União, tendo portanto, a competência de legislar sobre os recursos hídricos.

Nas últimas décadas, o crescimento elevado e desordenado da expansão demográfica e industrial, ocasionou o comprometimento dos corpos hídricos (PORTO, 1991). Os impactos das atividades humanas têm causado modificações nos sistemas aquáticos, através da remoção da mata ciliar, construção de barragens ou canalização dos cursos de água, entre outros. Segundo exposto em trabalho desenvolvido por MORAES et al., (2007) os lançamentos de efluentes domésticos e industriais, o uso e ocupação do solo em locais próximos a bacias hidrográficas são apenas algumas das atividades que alteram as condições naturais desses ambientes, por meio da contaminação por substâncias nocivas ao corpo receptor.

Diante do contexto explicitado, outra consequência em decorrência das atividades antrópicas é a alteração do ciclo hidrológico de uma bacia, interferindo na produção e disponibilidade do regime hídrico, comprometendo a quantidade e

qualidade da água. Em condições normais, essa produção varia conforme o ano, em função dos fatores que afetam as condições de infiltração da água no solo, como ocupações indevidas em áreas de recarga, a impermeabilização da superfície, o regime de chuvas, temperatura e ventos (ANDREOLI et al., 2003). Ainda segundo os autores, no Brasil, o regime de chuvas apresenta de acordo com a localidade, grande diferença entre estação seca e chuvosa em diferentes épocas do ano. Esta distinção entre as estações do ano interferem na qualidade da água, em razão das condições climáticas e da eventual sazonalidade de lançamentos poluidores e das vazões.

O grau de comprometimento da qualidade e a diminuição da disponibilidade de água, originada pela má gestão das bacias hidrográficas, associada à ausência de dados que evidenciem a real condição desses corpos de água, agravam ainda mais esta condição. Para alguns autores (LOPES et al., 2007; COVATTI e QUEIROZ 2007) a ocupação urbana desordenada, ausência de políticas apropriadas ao planejamento ambiental e urbano, carência de recursos e serviços induzem à degradação do ambiente. A partir desse contexto é importante mencionar que para a questão ambiental urbana deve haver um planejamento que possa prever formas de utilizar os recursos naturais, para que assim, consiga-se minimizar as grandes modificações na sua qualidade e o esgotamento de seu potencial.

Assim, para realizar o controle da poluição das águas de rios e reservatórios, utilizam-se os padrões de qualidade, que definem os limites de concentração a que cada substância presente na água deve atender. Esses padrões dependem da classificação das águas interiores, que é estabelecida segundo seus usos preponderantes, conforme a Resolução, CONAMA 357/05, variando da Classe especial, até a Classe 4.

Em diversas bacias hidrográficas a contaminação dos mananciais tem ocorrido devido as diferentes condições de interferência do homem no seu funcionamento natural, tornando imprescindível a realização de estudos que contemplem a compreensão do funcionamento básico dessas unidades. No Brasil, a principal fonte de abastecimento de água para a população são os rios, que em sua maioria não possuem sistemas de monitoramento da qualidade da água.

Diante da importância dos recursos hídricos para o desenvolvimento da vida humana e de diversas atividades, torna-se indispensável o monitoramento desses corpos de água. As informações acerca do estado da água permitem auxiliar na determinação de seus usos, uma vez que quando realizado de forma sistemática, possibilita a identificação e avaliação das alterações qualitativas e quantitativas da água e por isso, constituem um dos instrumentos importantes no controle ambiental e gestão dos recursos hídricos, além de indicar quais atividades humanas são potencialmente degradantes deste recurso natural (SOARES et al., 2007; HADDAD, 2007). Portanto o monitoramento dos corpos de água é de suma importância, principalmente para os que são utilizados como meio para abastecimento de água para a população, pois, além de se evitar possíveis agravantes à saúde pública, pode-se promover planos ou projetos que visem a recuperação dos corpos de água já intensamente degradados pelas atividades antrópicas conforme relatam Barreto et al., (2009).

A partir desse contexto, o rio Catolé na Bahia abrange uma grande área passando por alguns municípios, dentre eles o de Itapetinga, onde a população utiliza suas águas de diversas formas ao longo de sua bacia, destacando-se a captação de água para abastecimento público. Diante do exposto, percebe-se a

importância de investigar sobre a qualidade da água de rios, como o Catolé, verificando como a ação humana interfere na qualidade dos mesmos, e se sua água é apropriada para consumo humana. Portanto o objetivo principal deste trabalho foi a caracterização da qualidade em uma seção transversal do Catolé no município de Itapetinga, como fonte de dados para auxiliar na condução de ações voltadas à preservação deste recurso tão valioso.

MATERIAL E METODOS

O presente trabalho foi realizado em uma seção transversal do rio Catolé, localizada no município de Itapetinga-BA. O Catolé possui sua nascente no planalto de Vitória da Conquista, e seguindo no sentido Nordeste-Sudeste, vai em direção à bacia do rio Pardo, da qual faz parte. A bacia do rio Catolé está localizada na Região Sudoeste do Estado da Bahia e possui uma área de 3.101 km² (Erro! A origem da referência não foi encontrada.) abrangendo diversos municípios. Dentro do município de Itapetinga o rio possui aproximadamente 9,5 km de extensão, onde recebe o lançamento de efluentes.

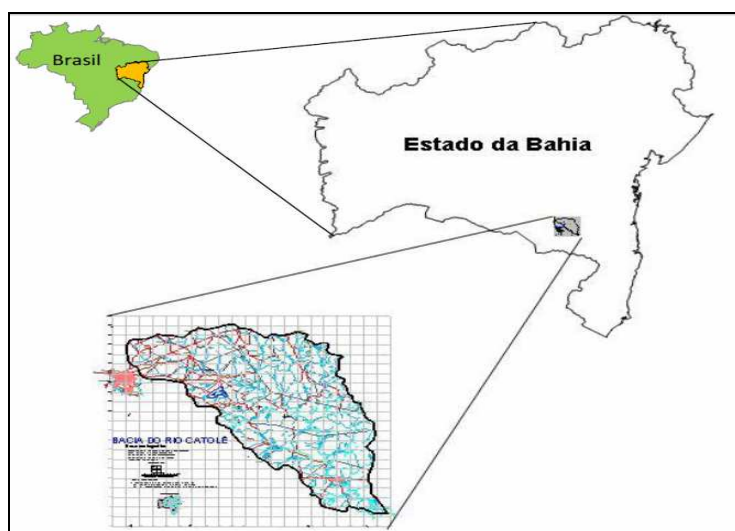


FIGURA 1. Mapa de localização da Bacia Hidrográfica do rio Catolé.

Fonte: LIMA & PINTO, 2011.

No que tange as atividades econômicas, as regiões de Itapetinga, Itambé e Caatiba, situadas no médio e baixo Catolé, são ocupadas pela atividade agropastoril extensiva. Já nas localidades de Vitória da Conquista e Barra do Choça, no alto Catolé prepondera a produção de café (BARRETO et al., 2009).

A seção transversal do rio Catolé (Figura 2), na qual foram escolhidos os pontos de amostragem, situa-se aproximadamente 50 metros a montante do local de captação de água para abastecimento público, no município de Itapetinga-BA, e possui uma largura de 28 metros.



FIGURA 2. Seção transversal de coleta das amostras no rio Catolé

Para avaliação das variáveis de qualidade da água em diferentes vazões do rio, as coletas das amostras foram realizadas em quatro épocas distintas. As coletas ocorreram nos dias 15/05/2010, 07/08/2010, 12/11/2010 e 06/02/2011. Em cada amostra coletada foram quantificadas as variáveis: oxigênio dissolvido (OD), nitrato, fósforo total, pH, condutividade elétrica (CE) e turbidez.

Para a coleta de água foi realizada amostragem do tipo simples, coletadas na parte esquerda, central e direita. A amostragem foi realizada por integração vertical, com o auxílio de um amostrador de sedimentos modelo DH 48, no período da manhã. Antes da coleta, foi realizado o procedimento de “ambientação” do frasco, com enxágue deste de duas a três vezes nas águas onde eram realizadas as amostragens. Posteriormente, o frasco foi mergulhado no rio e virado lentamente no sentido contra a corrente até ser, completamente, preenchido com o líquido.

As amostras de água foram acondicionadas em garrafas apropriadas e preservadas segundo metodologia descrita em APHA (1995), sendo levadas diretamente para o Laboratório de Solos da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia para a realização das análises.

A determinação da turbidez foi realizada em laboratório, com o auxílio de um turbidímetro. As medidas de pH e condutividade elétrica foram realizadas por meio da sonda multiparâmetro. As concentrações de fósforo e o oxigênio dissolvido foram medidos com o auxílio de um fotômetro multiparâmetro de bancada. E as análises de nitrato foram realizadas segundo metodologia proposta por YANG et al., (1998)

As medições de velocidade da água na seção transversal do rio Catolé foram realizadas utilizando o método do molinete segundo metodologia descrita por Pruski (2006). A vazão foi obtida pela multiplicação da velocidade pela área da seção transversal avaliada, a qual foi obtida por batimetria.

As relações entre as variáveis analisadas foram verificadas estatisticamente, por correlação e teste de Tukey a 5% de probabilidade. A partir dos resultados obtidos e quando o teste F foi significativo, utilizou-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade para verificar diferença entre as médias nas diferentes épocas. Além disso, também foi realizada a correlação de Pearson entre as variáveis de qualidade de água e a vazão. Todas as análises foram feitas com o auxílio do software estatístico SAEG (FUNARBE, 2007).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Considerando que as águas do rio Catolé ainda não passaram pelo processo de enquadramento a análise dos resultados terá como referência os padrões estabelecidos pela resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente - CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005, em seu artigo 42: “Enquanto não aprovados os respectivos enquadramentos, as águas doces serão consideradas Classe 2, as salinas e salobras classe 1, exceto se as condições de qualidade atuais forem melhores, o que determinara a aplicação da classe mais rigorosa correspondente”. Diante disso, os resultados das variáveis monitoradas no presente trabalho são apresentados a seguir:

Potencial hidrogeniônico (pH):

Na Tabela 1 estão apresentados os valores das médias de pH para as diferentes épocas avaliadas. A determinação do pH consiste na medida da atividade do íon H^+ no meio, sendo expresso em uma escala que varia de 0 a 14.

TABELA 1. Médias dos valores de pH nas águas da seção transversal avaliada do rio Catolé nas diferentes épocas avaliadas

Data da coleta	Vazão (m^3s^{-1})	pH
15/05/2010	5,5	5,7 C
07/08/2010	6,1	7,1 A
12/11/2010	3,3	6,6 B
06/02/2011	4,8	6,4 B

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não apresentam diferença significativa entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Nota-se que os valores de pH em novembro e fevereiro não apresentaram diferença significativa pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. No mês de agosto foram constatados os maiores valores de pH (7,1) enquanto no mês de maio foram constatados os menores valores (5,7). Resultados parecido foram encontrados por Gonçalves (2009) ao verificar o pH no rio Uberabinha-MG, onde constatou que houve diferença significativa entre as médias ao nível de 5% nos meses de fevereiro, maio e agosto, sendo que, o mês de agosto, também apresentou média superior em relação aos outros meses.

Os valores de pH analisados ficaram na faixa entre 6 e 7, para as coletas realizadas em agosto/2010, novembro/2010 e fevereiro/2011, o que caracteriza uma água próxima à neutralidade. De acordo com Libânio (2005), águas naturais de superfície apresentam pH entre 6,0 e 8,5, considerado por ele, um intervalo ótimo para a manutenção da vida aquática. Já para a coleta realizada no mês de maio, a variação não ficou dentro do limite determinado pela resolução CONAMA nº 357 (Brasil, 2005), que estabelece os valores de pH para as águas de classes 1, 2 e 3 devem estar na faixa de 6,00 a 9,00.

O pH pode ser considerado como uma das variáveis ambientais mais importantes, assim como uma das mais difíceis de interpretar, podendo ser resultado de fatores naturais e antrópicos. Esta complexidade na interpretação dos valores de pH se deve ao grande número de fatores que podem influenciá-lo (LIBÂNIO, 2005). Segundo PEREIRA (2004) a acidez no meio aquático é causada, principalmente, pela presença de gás carbônico, ácidos minerais e sais hidrolisados. A acidificação

do meio pode ocorrer devido à liberação do íon hidrogênio, quando um ácido reage com a água. Ainda segundo o mesmo autor, as variações do pH no meio aquático também estão relacionadas com a dissolução de rochas, absorção de gases da atmosfera, oxidação da matéria orgânica e fotossíntese. Quanto aos altos valores de pH, VON SPERLIN (1996) explica que eles podem estar associados à proliferação de vegetais, pois, com o aumento das taxas fotossintéticas, há consumo de gás carbônico e, portanto, diminuição do ácido carbônico da água e consequente aumento do pH.

LOPES et al., (2007) estudando o rio Igarapé Mata Fome no Estado do Pará, encontraram valores de pH na faixa de 6,4 a 7,1, o que caracteriza uma água próxima à neutralidade. Lima (2001) encontrou no rio Cuiabá, em Mato Grosso, valores do pH na seção a montante do perímetro urbano, numa faixa de variação entre 5,90 e 8,60 durante a seca e de 6,30 a 7,96 na época de cheia. A jusante do perímetro urbano, o mesmo autor encontrou variações entre 5,80 a 8,39 e 6,60 a 7,84 nos períodos de seca e cheia, respectivamente. CORADI et al., (2009) relatam que em estudo realizado em Pelotas no Rio Grande do Sul, o pH medido nas águas superficiais da região manteve-se em torno de 5,4 e 8, 2, e os valores médios em torno de 7,0, não afetando a vida aquática. Para os supracitados, o pH é um importante indicador de qualidade e extensão de poluição nos cursos de água.

O pH altera a solubilidade e, por isso, a disponibilidade de muitas substâncias, mas também afeta a toxicidade de substâncias como os metais e formas disponíveis de nitrogênio (CORADI et al., 2009). Portanto as medições do pH em corpos de água são de extrema utilidade, pois fornecem inúmeras informações a respeito da qualidade da água, uma vez que corpos hídricos não poluídos apresentam pH com valores próximos da neutralidade. Em estudo realizado por ROCHA et al., (2010) no Rio Catolé em diferentes épocas distintas os valores de pH quantificados ficaram entre 6,0 e 7, 5. De acordo com os resultados observou-se que, não houve grande variação para os valores de pH em relação ao tipo de amostragem no ponto da seção avaliada, nem em relação aos diferentes meses analisados. O autor conclui que para a seção estudada exceto para o mês de fevereiro o trecho pode ser considerado com boa qualidade de água, em virtude do pH próximo da neutralidade.

Para o presente estudo, não houve correlação significativa entre os valores de pH e a vazão, não podendo afirmar que a vazão provocou uma diluição dos íons presentes na água, fazendo com que ocorra uma diminuição do pH. Bambic *et al.* (2006), estudando rios de Serra Nevada, na Califórnia, verificaram decréscimo no pH com o aumento na vazão, assim como o observado por BARROS (2008). Já Fritzsos *et al.* (2003), analisando dados de qualidade de água da bacia hidrográfica do Alto Capivari, observaram que quanto maior a vazão mais elevado era o pH. Entretanto, segundo esses autores, é difícil estabelecer uma explicação imediata para este padrão de comportamento, pois, o pH constitui um dos parâmetros ambientais mais difíceis de serem interpretados, pois, é influenciado por inúmeros fatores, tais como sólidos, gases dissolvidos, dureza, alcalinidade, temperatura e fatores bióticos. BARROS (2008) acredita que com a diminuição na vazão haja concentração de cátions de reação básica, como o sódio, potássio, cálcio e magnésio, contribuindo, desta forma, para o aumento do pH na água.

Oxigênio dissolvido (OD):

Na TABELA 2 estão apresentados os valores das médias de OD nas diferentes épocas avaliadas.

TABELA 2. Médias dos valores de oxigênio dissolvido (OD) nas águas da seção transversal avaliada do rio Catolé nas diferentes épocas avaliadas

Data da coleta	Vazão (m ³ s ⁻¹)	OD (mgL ⁻¹)
15/05/2010	5,5	5,9 C
07/08/2010	6,1	8,9 A
12/11/2010	3,3	7,2 B
06/02/2011	4,8	7,6 B

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não apresentam diferença significativa entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os valores de OD para as épocas amostrada (Tabela 2) foram sempre superiores a 5 mg/L, atendendo a Resolução nº 357/05 do CONAMA, para águas de classe 2. Nota-se que os valores de OD para a coleta dos meses de novembro e fevereiro não apresentaram diferença significativa pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Em agosto foram constatados os maiores valores de OD (8,9 mgL⁻¹) enquanto em maio foram constatados os menores valores (5,9 mgL⁻¹). Estudos realizados por MORAES et al., (2007) no rio Touro no município de Naviraí-MS, considerando a variação temporal, também encontraram para o mês de maio os menores valores de oxigênio dissolvido. Os autores explicam que esse resultado ocorreu devido aos maiores valores encontrado para a condutividade, a turbidez e cor, aumentando a Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) no respectivo mês.

Uma concentração apropriada de oxigênio dissolvido é essencial à manutenção dos processos naturais de autodepuração em sistemas aquáticos. Baixos conteúdos de oxigênio dissolvido indicam a presença de substâncias, como material orgânico biodegradável e íons em mais baixo estado de oxidação como Fe²⁺ e Mn²⁺ (JORDÃO et al., 2007), pois, as bactérias decompositoras fazem uso do oxigênio em seus processos respiratórios, durante a estabilização do material orgânico.

Na água, as principais fontes de oxigênio são a troca com a atmosfera dada pela aeração, produção pelos organismos produtores primários via fotossíntese e a própria água (BARROS, 2008). A quantidade de oxigênio pode variar em função da temperatura, altitude local e salinidade da água (JORDÃO et al., 2007) sendo que ao nível do mar, à temperatura de 20 °C, a concentração de saturação de oxigênio dissolvido é de 9,2 mg L⁻¹ (VON SPERLING, 1996). Outro fator importante que afeta diretamente a disponibilidade de OD é o lançamento de esgoto doméstico e resíduos sólidos. Fato que afeta sensivelmente os organismos aquáticos aeróbios. JORDÃO et al., (2007) observaram que o ribeirão São Bartolomeu contribuiu para a diminuição da concentração de oxigênio dissolvido no rio Turvo Sujo, sendo os valores de 9,1 e 0,9 mg L⁻¹ antes e após o encontro deste com o ribeirão, respectivamente. O ribeirão São Bartolomeu possui grande quantidade de material orgânico, pois, recebe grandes descargas de esgoto doméstico proveniente da

cidade de Viçosa-MG.

Não houve correlação significativa entre os valores de oxigênio dissolvido e vazão para o presente trabalho.

Turbidez:

A turbidez de uma amostra de água é definida como o grau de atenuação de intensidade, que um feixe de luz sofre ao atravessá-la (CETESB, 2003).

Na TABELA 3 estão apresentados os valores de vazão e turbidez nas diferentes épocas avaliadas.

TABELA 3. Médias dos valores de Turbidez e vazão nas águas da seção transversal avaliada do rio Catolé nas diferentes épocas avaliadas

Data da coleta	Vazão (m³s⁻¹)	Turbidez (UNT)
15/05/2010	5,5	18,6 B
07/08/2010	6,1	22,7 A
12/11/2010	3,3	6,1 D
06/02/2011	4,8	11,3 C

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não apresentam diferença significativa entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Nota-se que os valores de turbidez diferiram entre si, nas diferentes épocas avaliadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Foram encontrados os maiores valores (22,7UNT) para a coleta no mês de agosto, enquanto que em novembro foram constatados os menores valores (6,1 UNT).

A turbidez foi maior (22,7 UNT) na época de maior vazão do rio (6,1m³ s⁻¹), ocorrendo o inverso na época de menor vazão (Tabela 3). Esse fato pode ser devido às precipitações ocorridas, que contribuíram para o aumento desta variável, alocando ao rio maiores concentrações de partículas.

A turbidez da água está diretamente associada com a quantidade de material em suspensão, porém, ela não depende estritamente da concentração de sedimentos em suspensão, mas também de outras características do sedimento, tais como tamanho, composição mineral, cor e quantidade de matéria orgânica (SANTOS, 2001). Segundo FRITSONS et al., (2003) quando as vazões são maiores, os valores referentes à turbidez oscilam mais porque as chuvas que proporcionam grandes vazões apresentam diferentes graus de erosividade, afetando os terrenos das encostas e das margens. Ainda segundo FRITZSONS et al., (2003) em termos ambientais, a principal consequência da alteração da cor e da turbidez num corpo d'água é a redução da penetração da luz solar e a consequente diminuição da taxa de fotossíntese, o que prejudica a oxigenação do meio, principalmente em águas paradas ou mesmo rios de baixa turbulência.

A aplicação do teste da correlação de Pearson entre turbidez e vazão confirma a relação entre as mesmas, com correlação positiva ($r=0,96$; $p\leq 0,01$), ou seja, quando há aumento da vazão há aumento dos valores de turbidez. Tal comportamento pode ser explicado, devido ao fato de que durante as cheias partículas de solo são carregadas para os rios, principalmente nessa bacia, em que a cobertura vegetal em sua grande parte é constituída de pastagens degradadas, ficando o solo exposto em grande parte do ano, e nas cheias, sedimento e

compostos presentes nos solos são levados para o rio. Fato semelhante, foi observado no estudo realizado por GONÇALVES (2009) no rio Uberabinha-MG, onde o mesmo notou que nos dias de coleta, provavelmente, ocorreram precipitações elevadas, em que acredita-se que houve lixiviações de terras agriculturáveis e carregamento de partículas para o corpo do rio, contribuindo para o aumento da turbidez. Em pesquisa realizada no canal Água Cristal no estado do Pará, por SOARES et al., (2007) também foram encontrados valores de Turbidez que atenderam ao limite de 100 UNT, em todo o período estudado e para todos os pontos de coleta.

Apesar das alterações entre os diferentes meses analisados, todas as amostras encontraram-se dentro dos padrões de qualidade de água, estabelecidos na CONAMA n.º 357/05, onde o valor de turbidez para as águas de Classe 2 não deve exceder 100 UNT. Em estudo realizado por BARROS et al., (2011) no Rio Catolé os autores comentam que todos os valores quantificados de turbidez diferiram para as diferentes épocas analisadas. Para os autores, é importante salientar que é recomendável que não sejam coletadas amostras para avaliação da turbidez muito próximas às extremidades da seção transversal, pois nestes locais há maior quantidade de sólidos, reduzindo assim a representatividade da amostra.

Nitrato:

Na

TABELA 4 estão apresentados os valores das médias de nitrato nas diferentes épocas avaliadas.

TABELA 4. Médias dos valores de nitrato nas águas da seção transversal avaliada do rio Catolé nas diferentes épocas avaliadas

Data da coleta	Vazão (m ³ s ⁻¹)	Nitrato (mgL ⁻¹)
15/05/2010	5,5	14,6 D
07/08/2010	6,1	18,6 C
12/11/2010	3,3	27,0 B
06/02/2011	4,8	31,4 A

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não apresentam diferença significativa entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Nota-se que os valores de nitrato diferiram entre si, nas diferentes épocas, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Em fevereiro e maio foram encontrados os maiores (31,4mgL⁻¹) e menores (14,6mgL⁻¹) valores, respectivamente.

As concentrações de nitrato se mantiveram, em todo o período, acima do valor permitido pela Resolução do CONAMA n° 357/05 de 10 mg/L, conforme mostrado na Tabela 4. O nitrato é a forma mais estável do nitrogênio, sendo um dos principais nutrientes utilizados pelos produtores primários.

Conforme relatado por Lima (2012), ao longo do rio Catolé, sabe-se que há uma grande atividade econômica em torno da agricultura e pecuária, com predominância para a atividade da bovinocultura, além de culturas de plantas em propriedades rurais como café. Dessa forma, as fontes de nitrogênio podem ser derivadas de excrementos de animais e/ou fertilizantes utilizados nas plantações. No

que diz respeito ao uso de fertilizantes, os altos valores encontrados de nitrato, podem estar relacionados com a inadequada aplicação de fertilizantes nitrogenados, onde, provavelmente, foi aplicada uma quantidade acima da necessária para o desenvolvimento da planta, ou a aplicação foi realizada em época inadequada. Além disso, também outra hipótese é que pode ter acontecido é que o íon nitrato possa ter sofrido lixiviação até atingir a água subterrânea e, dessa forma, ter alcançado as águas do rio.

GOMES et al., (2011) em estudo realizado no Rio Catolé corrobora com o exposto anteriormente. Os autores quantificaram altos valores de nitrato (similares ao presente estudo) e concluíram que de fato pode ter sido ocasionado pelo uso excessivo de fertilizantes nitrogenados nas culturas existentes ao redor do rio Catolé.

As diferentes formas dos compostos de nitrogênio, encontradas no meio aquático, podem ser utilizadas como indicadores da qualidade sanitária das águas (LIMA *et al.*, 2001). VON SPERLING (1996) salienta que o nitrogênio orgânico e o amônio estão associados a efluentes e águas recém-poluídas. Com o passar do tempo, o nitrogênio orgânico é convertido em nitrogênio amoniacal e, posteriormente, se condições aeróbias estão presentes, a oxidação da amônia acontece transformando-se em nitrito e nitrato, respectivamente, indicando poluição mais remota. PRADA & OLIVEIRA (2006) comentam que considerando o rio dividido em camadas, em geral as camadas superiores apresentam valores menores de nitrogênio do que as camadas inferiores, o que pode ser devido o sedimento de fundo. Quando esse sedimento de fundo é levado à superfície do corpo hídrico, consequentemente ocasiona aumento nas concentrações de nitrogênio.

SIGLEO & FRICK (2007) com o objetivo de quantificar a concentração de nutrientes dissolvidos em três estações do rio Yaquina em Oregon, observaram menores concentrações de nitrato nas épocas em que as vazões foram menores (durante setembro e outubro). Esses autores constataram que as concentrações de nitrato foram maiores no primeiro escoamento superficial, ocorrido logo após o período de seca e observaram redução nas concentrações de nitrato, ao final da primavera e verão, sugerindo sua utilização biológica antes que as concentrações deste elemento fossem reduzidas no início do outono. Porém, para o presente trabalho não houve correlação significativa entre a vazão e o nitrato.

Fósforo total:

Na

TABELA 5 estão apresentados os valores das médias de vazão e fósforo nas diferentes épocas avaliadas.

TABELA 5. Médias dos valores de fósforo total e vazão nas águas da seção transversal avaliada do rio Catolé nas diferentes épocas avaliadas

Data da coleta	Vazão (m ³ s ⁻¹)	Fósforo Total (mgL ⁻¹)
15/05/2010	5,5	0,9 A
07/08/2010	6,1	0,6 A
12/11/2010	3,3	10,0 B
06/02/2011	4,8	9,1 B

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não apresentam diferença significativa entre si

pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Nota-se que os valores de fósforo total nos meses de maio e agosto não apresentaram diferença significativa pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, assim como nos meses de novembro e fevereiro. Em novembro ($10,0 \text{ mgL}^{-1}$) e fevereiro ($9,1 \text{ mgL}^{-1}$) foram encontrados os maiores valores de fósforo enquanto que em maio ($0,9 \text{ mgL}^{-1}$) e agosto ($0,6 \text{ mgL}^{-1}$) foram constatados os menores valores.

Todas as amostras apresentaram valores de fósforo total que excedem ao limite de $0,1 \text{ mg/L}$, Resolução do CONAMA nº 357/2005 (águas classe 2). Segundo Barros (2008), o fósforo presente em ecossistemas aquáticos continentais origina-se de fontes naturais e artificiais.

Estudo realizado no rio Uberabinha-MG, evidenciou que mesmo não havendo despejos diretos de efluentes industriais e esgoto em alguns pontos de coleta, as altas concentrações de fósforo encontradas se dão provavelmente em função de produtos químicos, como fertilizantes, ricos em fósforo utilizados na agricultura, e que no período chuvoso são lixiviados para o leito do rio (GONÇALVES, 2009). DEVLIN & BRODIE (2005) constataram que a poluição por fósforo, em algumas zonas costeiras da Austrália, foi dominada por descargas associadas ao desenvolvimento da agricultura de bacias adjacentes.

O lançamento de despejos ricos em fosfatos num curso de água pode em ambientes com boa disponibilidade de nutrientes nitrogenados, podem ocasionar a eutrofização das água e conseqüentemente estimularem o crescimento de micro e macro-organismos fotos sintetizadores.

Pode-se observar que as concentrações de fósforo, entre novembro e fevereiro, foram muito elevadas em relação aos limites estabelecidos. Essa acentuada diferença pode ter acontecido, provavelmente, em função de fertilizantes a base de fósforo empregado nas plantações no alto Catolé. Uma vez que há o cultivo de algumas agriculturas nessa região e o fósforo utilizado pode ter sido carregado para o leito do rio. No período das maiores concentrações ocorreram as menores vazões, onde o rio não conseguiu diluir esse nutriente o que favoreceu o aumento nas concentrações.

Outro fator que pode elevar os níveis de fósforo está relacionado às descargas de esgotos sanitários oriundas das atividades domésticas (detergentes, material fecal e etc), podendo conduzir a processos de eutrofização. Em estudo realizado no canal Água Cristal, os valores de fósforo total apresentaram valores que excederam o limite de $0,1 \text{ mg/L}$, CONAMA nº 357/2005. Segundo os autores, os elevados valores de fósforo se devem ao lançamento de efluentes domésticos, o que pode conduzir a processos de eutrofização, SOARES et al., (2007).

Para PRADA & OLIVEIRA (2006) assim como o nitrogênio, a concentração de fósforo é menor na superfície do que no fundo do corpo hídrico. Altos valores de fósforo na superfície podem está associado devido o fato do carregamento do sedimento do fundo do rio para a superfície da água.

Houve correlação significativa entre fósforo e vazão ($r=-0,87$; $p \leq 0,06$). Essa correlação foi negativa, ou seja, quando há aumento da vazão há diminuição dos valores de fósforo. É possível compreender este fato um uma vez que, quando o rio está muito cheio ou em período de cheias os nutrientes encontram-se diluídos. LAMPARELLI (2004) verificou que as concentrações médias dos nutrientes, sobretudo o fósforo total, foram mais elevadas em ambientes lóticos ($193 \mu\text{g L}^{-1}$) que em ambientes lênticos ($0,075 \mu\text{g L}^{-1}$).

Condutividade elétrica (CE):

Na

TABELA 6 estão apresentados os valores das médias da CE nas diferentes épocas avaliadas.

TABELA 6. Médias dos valores de CE na água da seção transversal avaliada do rio Catolé nas diferentes épocas avaliadas

Data da coleta	Vazão (m ³ s ⁻¹)	CE (μScm ⁻¹)
15/05/2010	5,5	145 B
07/08/2010	6,1	113 C
12/11/2010	3,3	124 C
06/02/2011	4,8	168 A

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não apresentam diferença significativa entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Percebe-se que os valores da CE nos meses de agosto e novembro não apresentaram diferença significativa pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Na coleta do mês de fevereiro foram constatados os maiores valores (168μScm⁻¹). A resolução CONAMA 357/05, não estabelece valores para condutividade elétrica.

Alguns fatores como a geologia da bacia e o regime das chuvas podem influenciar a composição iônica dos corpos de água. Os sais presentes na água, segundo AYERS & WESTCOT (1991) originam-se da dissolução ou intemperização das rochas e solos, incluindo a dissolução lenta do calcário, do gesso e outros minerais. Outro fator que pode ter ocasionado a variação sazonal da condutividade elétrica é associado ao regime de precipitação, pois com a chuva alguns nutrientes podem ser escoados para os rios aumentando a concentração de elementos dissolvidos.

Estudos realizados por ROCHA et al., (2010) no rio Catolé, apresentaram grandes variações sazonais da condutividade elétrica, o que segundo os autores, pode ter sido causada pelo regime de precipitação, que foi distinto para os diferentes meses avaliados. LAMPARELLI (2004) analisando dados de qualidade de água no Estado de São Paulo, encontrou valores médios de condutividade elétrica de 92 μS cm⁻¹ em rios e de 117 μS cm⁻¹ em reservatórios, sendo esses valores baixos com relação aos encontrados no presente trabalho.

VANZELA (2004) observou que a variação temporal da condutividade elétrica em rios da microbacia do córrego Três Barras - SP foi inversamente proporcional à quantidade de chuva acumulada entre os intervalos de avaliação. Segundo o autor, este comportamento decorre da redução do volume de água do córrego, com conseqüente aumento da concentração de sais dissolvidos e da condutividade elétrica. Essa mesma observação também foi feita por BARROS (2008) em um estudo sobre as águas do Rio Turvo Sujo. Para o presente estudo, não foi encontrada correlação significativa entre a vazão e a condutividade elétrica.

CONCLUSÃO

Diante dos dados obtidos e considerando as condições em que o estudo foi

realizado conclui-se que:

As variáveis pH, Turbidez e oxigênio dissolvido apresentaram valores dentro do limite estabelecido pela resolução específica para águas doce de Classe 2. Em contrapartida, as variáveis nitrato e fósforo total apresentaram valores acima do limite estabelecido pela resolução, o que pode está relacionado a inúmeras atividades agropecuárias comuns na região estudada.

Os valores de condutividade elétrica foram superiores a $100 \mu\text{Scm}^{-1}$ em todas as épocas avaliadas, não sendo possível concluir de forma precisa, uma vez que a legislação na fixa limite para esta variável.

Os valores de maiores valores de turbidez foram quantificados quando houve maiores valores de vazão. Isso pode está associado ao fato de que durante as cheias partículas de solo são carregados para os rios, principalmente nessa bacia, em que a cobertura vegetal em sua grande parte é constituída de pastagens degradadas.

A análise dos resultados mostrou que há variabilidade na vazão do rio. O teste de Pearson apresentou correlação significativa positiva com a vazão apenas para a turbidez, e correlação significativa negativa com a vazão para o fósforo. Para o oxigênio dissolvido, pH e condutividade elétrica não foram encontradas correlações com a vazão.

REFERENCIAS

ANDREOLI, C. V., **Mananciais de Abastecimento: Planejamento e Gestão – Estudo de Caso do Altíssimo Iguaçu**. Curitiba: Sanepar, Finep, 2003.

APHA – AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATIONS. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 19 ed. New York: APHA, WWA, WPCR, 128 p. 1995.

BAMBIC, D. G.; ALPERS, C. N.; FANELLI, E.; GREEN, P. G; SILK, W.K. Seasonal and Spatial Patterns of Metals at a Restored Copper Mine Site .I. Stream Copper and Zinc. **Environmental Pollution**, v. 144, p. 774-782, 2006.

BARRETO, L.V.; ROCHA, F.A.; OLIVEIRA, M.S.C. Monitoramento da qualidade da água na microbacia hidrográfica do rio Catolé, em Itapetinga-BA. Centro Científico Conhecer - **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA**, Goiânia, v.5, n.8, 2009.

BARROS, F. M; ROCHA, F.A.; FRAGA, M.S.; GENEROSO, T. N.; MELO, A. R. B. variação da turbidez em pontos distintos de um perfil transversal do rio Catolé-BA sob diferentes níveis de vazão. Centro Científico Conhecer - **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA**, Goiânia, v.5, n.12, 2011.

BARROS, F. M. **Dinâmica do nitrogênio e do fósforo e estado trófico das águas do rio Turvo Sujo**. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola. Universidade Federal de Viçosa. Tese de Doutorado. 2008. 172p.

BRASIL. Resolução CONAMA (Conselho Nacional de Meio Ambiente). Resolução n.º 359, de 29 de abril de 2005. Dispõe sobre a regulamentação do teor de fósforo em detergentes em pó para uso em todo o território nacional e dá outras

providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 2005.

CETESB (COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL). **Relatório de qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo 2002/ CETESB**. São Paulo: CETESB, 2003. 264 p. (Série Relatórios).

CORADI, P. C.; FIA, R.; PEREIRA-RAMIREZ, O. Avaliação da qualidade da água superficial dos cursos de água do município de Pelotas-RS, Brasil. **Revista Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science**: v. 4, n. 2, 2009.

COVATTI, J. Á. C.; QUEIROZ, M. M. F. (2007). “Análise quali-quantitativa da água do rio Cascavel” in **Anais do 24º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental – ABES**, Belo Horizonte, Set. 2007.

DEVLIN, M. J.; BRODIE, J. Terrestrial discharge into the Great Barrier Reef Lagoon: nutrient behavior in coastal waters. **Marine Pollution Bulletin**, v. 51, p. 9 - 22, 2005.

FRITZSONS, E.; HINDI, E. C.; MANTOVANI, L. E. RIZZI, N. E. As alterações da qualidade da água do rio Capivari com o deflúvio: um instrumento de diagnóstico de qualidade ambiental. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 8, n. 4, p. 239 - 248, 2003.

FUNARBE – FUNDAÇÃO ARTHUR BERNARDES. SAEG: **Sistema para Análises Estatísticas**, Versão demonstrativa: Fundação Arthur Bernardes - UFV - Viçosa, 2007.

GOMES, D. P. P.; ROCHA, F.A.; BARROS, F. M.; AMORIM, J. S. avaliação de indicadores físico-químicos em uma seção transversal do rio catolé em diferentes épocas. Centro Científico Conhecer - **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA**, Goiânia, v.7, n.13, 2011.

GONÇALVES, E. M. **Avaliação da qualidade da água do rio Uberabinha – Uberlândia – MG**. 2009. 141 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia dos Processos Químicos e Bioquímicos), Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.

HADDAD, E. A. **Influência antrópica na qualidade da água da bacia hidrográfica do rio são Miguel**. Carste do alto São Francisco, Minas Gerais, 2007.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS – IBAMA. **Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resoluções do CONAMA**. Resoluções vigentes publicadas entre julho de 1984 e novembro de 2008. 2ed. Brasília: CONAMA, 2008.

JORDÃO, C. P.; RIBEIRO, P. R. da S; MATOS, A. T. de; FERNANDES, R. B. A. Aquatic contamination of the Turvo Limpo river basin at the Minas Gerais state, Brazil. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 18, n. 1, p.116 - 125, 2007.

LAMPARELLI, M. C. **Grau de trofia em corpos d'água do Estado de São Paulo:**

avaliação dos métodos de monitoramento. 2004. 207 f. Tese (Doutorado em Ciências), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

LIBÂNIO, M. “**Fundamentos de qualidade e tratamento de água**”. Campinas, SP: Editora Átomo, 2005.

LIMA, E. B. N. R. **Modelação integrada para gestão da qualidade da água na bacia do rio cuiabá.** 2001. 184 f. Tese (Doutorado em Ciências e Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2001.

LIMA, E. M. **Interações socioambientais na bacia hidrográfica do rio Catolé na Bahia.** Programa de Pós-Graduação em Geografia. Universidade Federal de Sergipe. Tese de Doutorado. 2012. 280p.

LOPES, L. N. A.; MACHADO, L. C. G. T.; SOUZA, E. T. A. de; SERRA, I. S. D.; COELHO, A. L. S. S. “Avaliação das águas superficiais do Igarapé Mata Fome – Distrito do Benguí, município de Belém (PA)” in **Anais** do 24º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental – ABES, Belo Horizonte, Set. 2007.

MORAES, A. R.; SILVA, A. F. G. da; PRATES, C. B. P.; ZANETE, K. A. “Análise de algumas características físico-químicas das águas do córrego do Touro (Naviraí – MS)” in **Anais** do 24º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental – ABES, Belo Horizonte, Set. 2007.

ROCHA, F. A.; SATURNINO, M. C. O. MELO, A. R. B.; BARROS, F. M.; BARRETO, L. V. (2010). “Variáveis de qualidade de água influenciadas pelo tipo e época de amostragem, no rio Catolé-BA” **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.6, N.11; 2010.

PEREIRA, R. S. Identificação e caracterização das fontes de poluição em sistemas hídricos. **Revista Eletrônica de Recursos Hídricos**, v. 1, n. 1, p. 20 - 36, 2004.

PORTO, R. L, et al. **Hidrologia Ambiental.** Imprensa Universitária, USP. São Paulo-SP, 414p. 1991

PORTO, R. M. (1998). **Hidráulica Básica.** EESC/USP São Carlos- SP, 540 p.

PRADA, S. M.; OLIVEIRA. E. **Distribuição de nutrientes (C, N e P) em testemunhos de sedimentos do reservatório das Graças, Cotia – SP.** In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química, 29. 2006. São Paulo.

PRUSKI, F. F.; SILVA, D. D. da; KOETZ, M. **Estudo de vazão em cursos d'água.** Viçosa: AEAGRI, 2006. 151 p. (Série Caderno Didático n. 43).

SANTOS, I.; FILL, H. D.; SUGAI, M. R. V. B.; BUBA, H.; KISHI, R. T.; MARONE, E.; LAUTERT, L. F. **Hidrometria Aplicada.** Curitiba: Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento, 2001. 372 p.

SIGLEO, A. C.; FRICK, W. E. Seasonal variations in river discharge and nutrient
ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.9, N.16; p.1518 2013

export to a Northeastern Pacific estuary. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 73, p. 368 - 378, 2007.

SOARES, J. M. S. SANTOS, A. N. dos; PEREIRA, H. K. S. MIRANDA, M. V. T.; QUEIROS Jr., A. J. "Monitoramento Quali-Quantitativo de corpo d'água Urbano da Bacia Hidrográfica do Una, como instrumento de avaliação de estações de tratamento de esgoto, município de Belém/PA" in **Anais** do 24º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental – ABES, Belo Horizonte, Set. 2007.

VANZELA, L. S. **Qualidade de água para a irrigação na microbacia do córrego três barras no município de Marinópolis, SP**. 2004. 91 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual de São Paulo, Ilha Solteira, 2004.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidades das águas e ao tratamento de esgotos**. Belo Horizonte: DESA, 1996. 243 p.

YANG, J. E.; SKOGLEY, E. O.; SCHAFF, B. E.; KIM, J. J. A simple spectrophotometric determination of nitrate in water, resin and soil extracts. **Soil Sci. Soc. Sm. J.** v. 62, p. 1108-1115, 1998.